

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“CARACTERIZACIÓN DE LA UBICACIÓN DE MADRIGUERAS
DE *Sciurus stramineus* (RODENTIA: SCIURIDAE) EN EL CAMPUS DE
LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ”**

Presentado por:

ROSARIO LETICIA LAJO SALAZAR

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO

Lima - Perú

2015

A mi gato.

*A Chip, a Irina y a todos los seres que nos enseñan más de la vida
de lo que podremos aprender en toda una carrera de biología.*

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por su ejemplo, por todo el apoyo a lo largo de mi carrera universitaria y su paciencia durante la elaboración de esta tesis. A mi padre por enseñarme que a pesar de las distracciones siempre se puede regresar al tema de interés.

A mi patrocinadora Martha Williams por guiarme desde el inicio de la investigación, y mucho antes por motivarme, al igual que a todos sus alumnos, a abordar los temas de investigación de formas no convencionales. Al profesor Pedro Vásquez que sin saberlo me dio la idea a partir de cual pude plantear la pregunta de investigación.

A Luis Alza por escuchar todas mis interrogantes al inicio, por sus opiniones y sobre todo por alentarme a seguir adelante. Igualmente a Marli Echaccaya por darme el ejemplo y los ánimos para concluir la tesis.

A Sarah Landeo por todo el apoyo en el trabajo de campo, por compartir sus conocimientos y sus ideas. A Manuel Quispe, Joseph Herrera y David Aybar por su ayuda en la colecta de datos. A Daniel Montes por compartir información, por las largas conversaciones y por darse el tiempo de revisar el primer borrador.

Al Dr. Fernando Roca por otorgarme el permiso para el estudio dentro del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú. A Carlos Sotomayor y Amparo Gómez, de la Oficina de Mantenimiento del campus, por su tiempo y toda la ayuda brindada durante la colecta de datos.

A Javier Barrio y a todos los miembros de la División de Mastozoología de CORBIDI por compartir conmigo su espacio, sus conocimientos, sus opiniones y su interés en los mamíferos del Perú.

Finalmente, a todos los amigos y familiares que me dieron ánimos durante el proceso.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	GENERALIDADES DE LAS ARDILLAS ARBORÍCOLAS	3
2.2	<i>Sciurus stramineus</i> EYDOUX Y SOULEYET, 1841.....	4
2.3	MADRIGUERAS DE ARDILLAS ARBORÍCOLAS	8
2.4	POBLACIONES URBANAS DE ARDILLAS ARBORÍCOLAS.....	10
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1	ÁREA DE ESTUDIO	12
3.2	POBLACION EN ESTUDIO	13
3.3	MATERIALES Y EQUIPOS.....	13
3.3.1	MATERIALES.....	13
3.3.2	EQUIPOS	14
3.4	METODOLOGÍA	14
3.4.1	REGISTRO DE MADRIGUERAS.....	14
3.4.2	COLECTA DE DATOS.....	15
3.4.3	ANÁLISIS DE LOS DATOS	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
4.1	UBICACIÓN DE MADRIGUERAS.....	19
4.2	CARATERIZACIÓN DE AREAS CIRCUNDANTES AL ÁRBOL CON MADRIGUERA(S).....	20
4.3	CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES CON MADRIGUERA.....	30
4.4	POSICIÓN DE LA MADRIGUERA EN EL ÁRBOL.....	41
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMENDACIONES	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VIII.	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de la familia Sciuridae	3
Tabla 2: Parámetros estadísticos hallados para las variables de áreas circundantes a los árboles con madriguera.....	21
Tabla 3: Densidad de las áreas circundantes a los árboles con madrigueras de ardillas arborícolas.....	23
Tabla 4: Especies de árbol preferidas por ardillas arborícolas	32
Tabla 5: Frecuencia y porcentaje de madrigueras presentes por árbol	35
Tabla 6: Especie de árboles que presentaron más de una madriguera.....	36
Tabla 7: Parámetros estadísticos de variables de estructura de árboles con madriguera..	36
Tabla 8: Parámetros estadísticos de posición de madriguera en el árbol.....	41
Tabla 9: Variables de posición de la madriguera en el árbol.....	45
Tabla 10: Valores de proporción Altura de la madriguera/Altura total del árbol reportados en estudios anteriores.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución geográfica natural de la especie <i>Sciurus stramienus</i>	5
Figura 2: Ilustraciones de la estructura de madrigueras de ardillas arborícolas.....	8
Figura 3: Ubicación del área de estudio	13
Figura 4: Ubicación de los árboles con madrigueras en el campus de la PUCP.....	19
Figura 5: Densidad de árboles por hectárea	22
Figura 6: Número de árboles adicionales con madriguera.....	23
Figura 7: Número de árboles con alguna parte comestible	24
Figura 8: Número de árboles con materiales para la construcción de madrigueras	25
Figura 9: Cobertura de dosel	26
Figura 10: Proporción área edificada/área total	27
Figura 11: Dendrograma basado en las variables de caracterización de áreas circundantes a los árboles con madrigueras	29
Figura 12: Frecuencia y porcentaje de árboles con madriguera por especie.....	30
Figura 13: Diámetro a la altura de pecho	37
Figura 14: Altura total del árbol.....	37
Figura 15: Altura mínima de copa.....	37
Figura 16: Área de copa	38
Figura 17: Cobertura de copa	38
Figura 18: Dendrograma basado en las variables de estructura de los árboles con madrigueras	40
Figura 19: Altura de madriguera respecto al suelo	42
Figura 20: Distancia de la madriguera al tronco principal	43
Figura 21: Distancia de la madriguera al borde de la copa	43
Figura 22: Orientación cardinal de la madriguera respecto al tronco principal	44
Figura 23: Proporción Altura de madriguera/Altura total del árbol.....	47
Figura 24: Posición relativa de las madrigueras en la copa del árbol	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Especies utilizadas como alimento en el campus de la PUCP observadas durante los trabajos de campo 2012 – 2013

ANEXO 2: Especies utilizadas para la extracción de materiales para construcción de madrigueras

ANEXO 3: Ficha de colecta de datos

ANEXO 4: Guía de referencia gráfica para la colecta de datos

ANEXO 5: Imagen satelital del campus (2013)

ANEXO 6: Matriz original de datos

ANEXO 7: Resultados de análisis estadísticos adicionales

ANEXO 8: Modelos de arquitectura de árboles y modelos de las especies utilizadas para la construcción de madrigueras en el campus de la PUCP

ANEXO 9: Registro fotográfico

I. INTRODUCCIÓN

La ardilla de nuca blanca *Sciurus stramineus* es propia de la región que rodea el golfo de Guayaquil. A diferencia de todas las demás especies de ardillas presentes en el Perú, es la única que habita en bosques secos (Pacheco *et al.* 2009). A pesar de ser común en el área en que se distribuye, la literatura respecto a su biología es escasa y más aún la relacionada a las poblaciones en áreas urbanas.

Se sabe que *S. stramineus* en su medio natural es una especie común en distintos tipos de hábitats (Tirira 2007, Emmons y Feer 1997, Pacheco *et al.* 2009). Se alimenta principalmente de semillas, hojas tiernas y frutos, entre otros (Pulido y Yockteng 1986, Tirira 2007, Gómez 2011). Construye madrigueras en las copas de los árboles maduros, las mismas que son utilizadas para descansar y cuidar a sus crías (Tirira 2007). Sin embargo, detalles tales como las dimensiones de su ‘área de campeo’¹, comportamiento social y adaptaciones específicas a su hábitat son desconocidas hasta el momento.

Una población introducida en la ciudad de Lima ha prosperado durante las últimas décadas sin que se hayan realizado suficientes estudios que puedan determinar modificaciones en su comportamiento, posibles impactos o alternativas para su manejo, como ocurre en otras ciudades con presencia de ardillas arborícolas.

Las ardillas arborícolas, en general, son animales diurnos y de fácil observación, constituyendo un buen grupo de estudio para diversos aspectos ecológicos de bosques maduros (Gurnell 1987) y la relación que existe entre especies exóticas y nativas (Palmer *et al.* 2008). La acumulación de información referente a la ecología de esta especie puede ser de gran utilidad para resolver futuras interrogantes. Asimismo, la selección de lugares para la construcción de madrigueras es un aspecto importante en la historia natural de las especies y de relevancia para la reproducción (Goodall 1962, Clark *et al.* 1983, Benson *et al.* 2008). Pero la falta de conocimiento sobre dichos aspectos hace difícil la toma de decisiones cuando se trata de proteger o manejar especies (Jessen *et al.* 2013)

¹ Traducción al español del término *home range* (Soler *et al.* 2001).

Por las razones mencionadas, el formular preguntas básicas sobre la ecología y el comportamiento de esta especie es prioritario para el estudio de los ecosistemas, tanto naturales como urbanos, en los que está presente. Por esto, partiendo de la pregunta ¿Cómo son los sitios donde se ubican las madrigueras de la especie *Sciurus stramineus* en un hábitat urbano? Se espera obtener información que sirva de base para futuras investigaciones.

Es así que el objetivo del presente estudio es describir los sitios elegidos por la población de *Sciurus stramineus* para construir sus madrigueras en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú, uno de los primeros lugares en los que se tuvo registro de su presencia. Dicha descripción se hace en tres escalas siguiendo ejemplos previos (Edelman y Koprowski 2005, Merrick *et al.* 2007, Ramos-Lara y Cervantes 2007, Cudworth y Koprowski 2011, entre otros). En primer lugar se analiza el entorno inmediato del árbol que sostiene la madriguera y algunos de los recursos que puede ofrecer. En segundo lugar se analizan las características de dicho árbol como estructura de sostén. Y finalmente se estudia la ubicación específica de la madriguera dentro de la estructura tridimensional del árbol. De tal forma se obtiene una aproximación a las características principales en la selección de sitios para construcción de madrigueras como aspecto fundamental de cobertura reproductiva. Puesto que este sería, tal vez, el factor limitante más importante para la existencia de poblaciones las ardillas arborícolas después de los recursos alimentarios (Thorington y Ferrel 2001).

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DE LAS ARDILLAS ARBORÍCOLAS

Las ardillas son un grupo de mamíferos pertenecientes a la familia Sciuridae, orden Rodentia. En el mundo existen cerca de 280 especies cuya filogenia ha sido recientemente revisada por Mercer y Roth (2003) en base a caracteres morfológicos y datos biogeográficos; y redefinida por Steppan *et al.* (2004) con el uso de bases genéticas, desechando la clasificación que se tenía hasta ese momento, en la que sólo se definían dos subfamilias, para separarlas ahora en cinco.

Tabla 1: Clasificación de la familia Sciuridae

Orden RODENTIA		
Familia Sciuridae		
Subfamilia	Tribu	Descripción
Sciurillinae (1 especie)	-----	Ardilla pigmea sudamericana
Ratufinae (4 especies)	-----	Ardillas arborícolas gigantes del sur de Asia
Sciurinae (81 especies)	Sciurini	Ardillas arborícolas de Norte y Sudamérica, norte de Asia y Europa
	Pteromyini	Todas las ardillas voladoras
Callosciurinae (64 especies)	-----	Ardillas arborícolas del sur de Asia
Xerinae (128 especies)	Marmotini	Ardillas terrestres de Norteamérica y Eurasia
	Xerini	Ardillas terrestres de África
	Protoxerini	Ardillas de tierra y matorral de África

FUENTE: Thorington y Ferrel 2006

La familia Sciuridae comprende ardillas terrestres, voladoras y arborícolas. Son estas últimas las más conocidas y las más estudiadas (Thorington y Ferrel 2006), posiblemente debido a sus hábitos diurnos, lo que hace posible la observación intensiva de su comportamiento (Steel y Koprowski 2001). Las especies de ardillas arborícolas están presentes en las cinco subfamilias de esciúridos y se encuentran en casi todo el mundo a

excepción de Australia y la Antártida (Mercer y Roth 2003, Steppan *et al.* 2004, Thorington y Ferrel 2006, Koprowski y Nandini 2008, Thorington *et al.* 2012).

En Sudamérica existen 12 especies de ardillas y todas tienen hábitos arborícolas. Se presume que el motivo por el cual no hay ardillas voladoras o terrestres en Sudamérica es que estas especies tienen relativamente poco tiempo en el continente (a excepción del género *Sciurillus*) por lo que no se han diversificado tanto como ha ocurrido en los otros continentes. Fue sólo después de que el istmo de Panamá se formara entre Norteamérica y Sudamérica que las ardillas llegaron a esta parte del mundo, lo que debió ocurrir dentro de los últimos 3.5 millones de años (Mercer y Roth 2003, Thorington y Ferrel 2006).

Las ardillas sudamericanas pertenecen a tres géneros, de los cuales *Sciurus* es el que posee mayor cantidad de especies. Dicho género se encuentra representado por tres especies del Viejo Mundo, pero son 25 especies las que están presentes en el continente americano (Wilson y Reeder 2005). Son animales adaptados a la vida en los bosques templados y están ampliamente distribuidos en el continente a excepción del sur de América del Sur (Oshida *et al.* 2009).

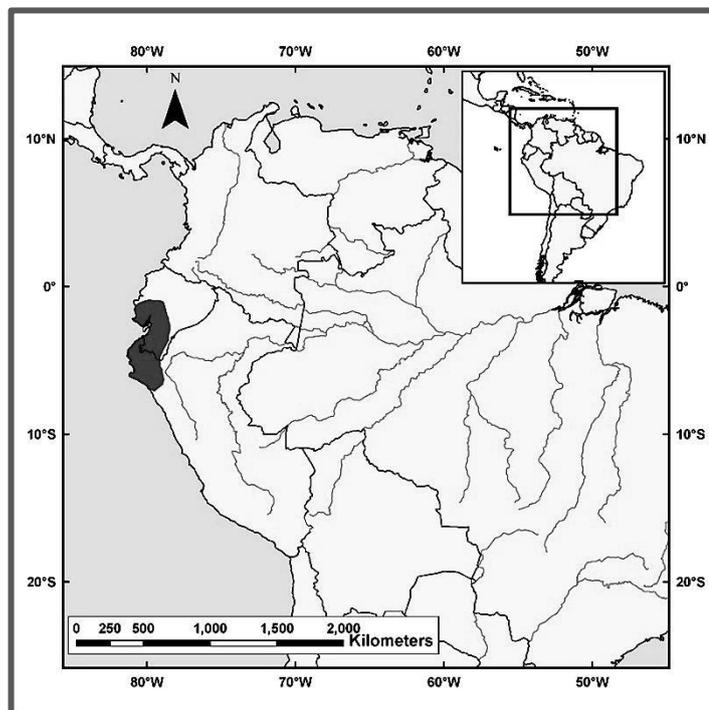
2.2 *Sciurus stramineus* Eydoux y Souleyet, 1841

Etimología: *Sciururs* [L], y este de *skiouros* [G], una ardilla. A su vez esta palabra deriva de *skia* [G], sombra, espectro y *oura* [G], cola, ‘cola espectro’, que hace referencia a su esponjosa cola y a su continua y veloz actividad, ‘familia de la ardilla’. *Stramen* [L], paja o rastrojo y diferente, algo inusual y *eus* [L], que se parece a, ‘parecido a la paja, que está hecho de paja’, en alusión a la coloración y apariencia de su pelaje (Tirira 2004).

La ardilla de nuca blanca *Sciurus stramineus* es una ardilla arborícola grande de la cual, a diferencia de otras especies de esciúridos, existe muy poca información sobre su ecología, estatus y distribución (Emmons y Feer 1997, Eisenberg y Redfor 1999) tal como ocurre con la mayoría de ardillas arborícolas de las zonas tropicales (Koprowski y Nandini 2008; Jessen 2013; Jessen *et al.* 2013). En cuanto a su morfología se tiene que la fórmula dental es I 1/1, C 0/0, P 1/1, M 3/3. Los individuos adultos pesan alrededor de 500 gramos, poseen cuatro pares de mamas y presentan mucha variación en el pelaje. Aunque Thorington *et al.* (1012) señalan que existen dos formas principales es difícil dicha separación. En general poseen dorso con pelos de color negro en la base y gris a blanco en las puntas, los muslos y base de cola de color anaranjado opaco con pelos negros

entremezclados; la región ventral es de color gris, los ojos son grandes, y las orejas negras y grandes. La zona del cuello detrás de las orejas puede ser notoriamente blancuzca o crema amarillenta, lo que le da el nombre común. Su cola está provista de abundante pelaje, con pelos negros en su base, pero con las puntas blancas. Las patas por lo general son negras pero pueden variar hacia blancuzco entre diferentes poblaciones e incluso dentro de la misma localidad. También la cola puede presentar variación con mayor cantidad de pelos blancuzcos dándole una apariencia mucho más escarchada (Tirira 2007, Eisenberg y Redford 1999, ver ANEXO 9).

Figura 1: Distribución geográfica natural de la especie *Sciurus stramienus*



FUENTE: Merrick *et al.* 2012

Su rango de distribución histórico se extiende desde el extremo noroeste de Perú hasta el suroeste de Ecuador en el área que rodea el golfo de Guayaquil (Figura 1), en bosques tropicales, subtropicales (Tirira 2007) y montanos, estando también presente en desiertos costeros (Emmons y Feer 1997, Pacheco et al. 2009). Por el sur se extienden por la cordillera de los Andes hacia el sur de Cajamarca, aproximadamente 565 km al norte de Lima, desde los 0 a los 2000 msnm, aunque es más frecuente por debajo de los 1000 (Emmons y Feer 1997, Wilson y Reeder 2005, Tirira 2007). Una población introducida también está presente en la ciudad de Lima, en parques, calles arboladas y zoológicos

(Jessen et al. 2010, Montes 2009, Montes et al. 2011; Merrick et al. 2012, Thorington et al. 2012).

Las ardillas *Sciurus stramineus* pueden encontrarse tanto en bosques primarios como secundarios (Tirira 2007), así como en plantaciones de café y cítricos donde pueden causar daños a los cultivos. (Tirira 2007, Pacheco *et al.* 2009). Suarez-Dávalos *et al.* (2010) describen su hábitat en la costa central del Ecuador como bosques semidecíduos de tierras bajas, zonas caracterizadas por vegetación espinosa, estrato arbóreo disperso y sotobosque denso con plantas que pierden las hojas una vez al año; y mencionan que además están cerca de asentamientos humanos y paisajes fragmentados con una mezcla de bosques y áreas de cultivos de maíz y papaya. En el Perú se ha reportado su presencia en el Parque Nacional Cerros de Amotape, que se encuentra en un área cuya elevación oscila entre 120 y 1538 m. Ahí se han registrado otras 62 especies de mamíferos en las cinco zonas de vida presentes, estando la vegetación constituida por un bosque alto o por sabanas. Otros mamíferos que habitan el PN Cerros de Amotape son el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*), el puma (*Puma concolor*) y el ocelote (*Leopardus pardalis* – INRENA 2001). Además la ardilla de nuca blanca se encuentra presente en otras áreas naturales protegidas como la Reserva Nacional de Tumbes, el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, el Coto de Caza el Angolo en Piura, el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, el Área de Conservación Privada Chaparrí, el Santuario Histórico Bosque de Pómac en Lambayeque, y el Área de Conservación Privada Bosque de Cañoncillo en La Libertad (Gómez 2011).

En las planicies y bosques de las costas peruanas comparte el hábitat con otras especies consumidoras de semillas que incluyen roedores cricétidos (*Phyllotis gerbillus* y *Oligoryzomys arenalis*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*). El depredador más importante de dicho ecosistema es el zorro de Sechura (*Lycalopex sechurae*) según lo mencionado por Cossios (2010) y Erdmann *et al.* (2008).

En su hábitat natural *S. stramineus* produce de dos a tres crías por año, en los meses de diciembre, enero y marzo, que corresponden a la época lluviosa, cuando los algarrobos están en fructificación (Pulido y Yockteng 1986). En el Santuario Nacional Bosque de Pómac, Gómez (2011) pudo observar ardillas trabajando en la construcción de sus madrigueras principalmente durante el mes de febrero, lo que coincidió con la mayor cantidad de crías registradas. Asimismo, reportó una densidad de 45.7 individuos/km² para la misma localidad.

La ardilla de nuca blanca se alimenta principalmente de semillas, hojas, ramas tiernas, vichayo (*Capparis avencennifolia*), cercillo (*Mutingia calabura*), pero sobre todo de frutos de algarrobo (*Prosopis* sp. en Gómez 2011). También se ha registrado el consumo de huevos de aves, insectos, corteza de árboles y hongos (Pulido y Yockteng 1986, Tirira 2007).

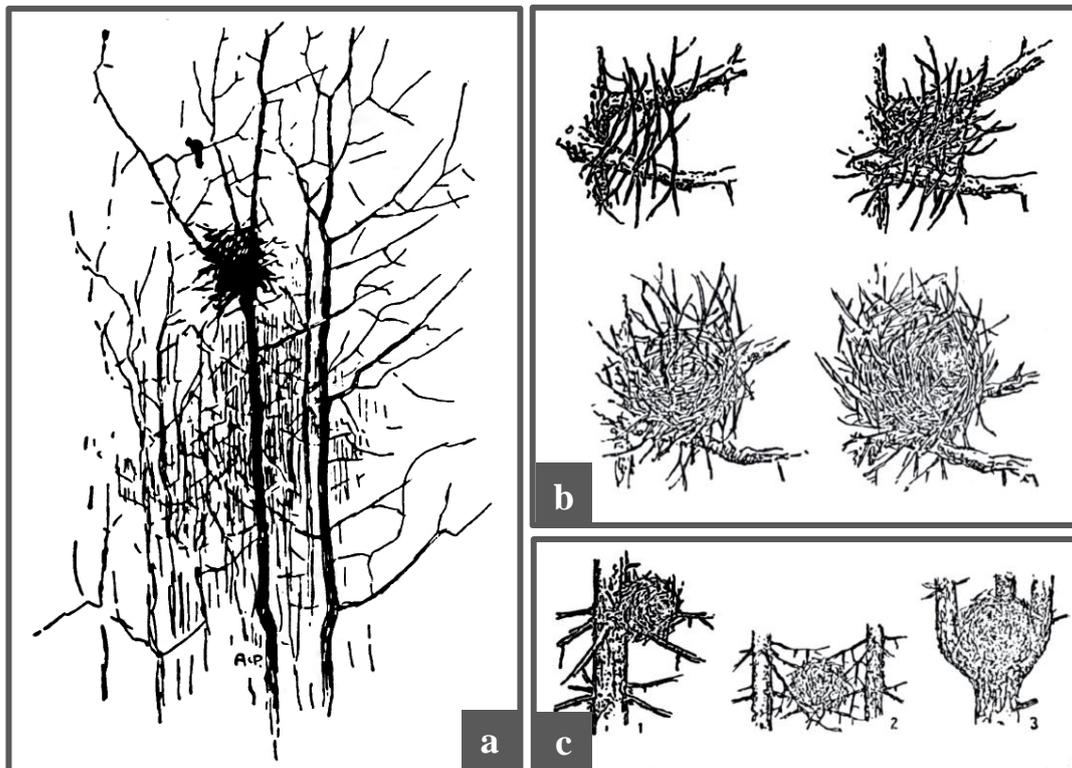
Es una especie diurna y arborícola, forrajea en todos los niveles del dosel pero también baja de los árboles en busca de alimento (Emmons y Feer 1997, Tirira 2007, Thorington *et al.* 2012). Puede ser solitaria o gregaria, pero es común observarla en grupos de tres a cinco individuos, lo cual es raro en la mayoría de ardillas arborícolas, que son solitarias. Su mayor actividad se da a las primeras horas del día. Se refugia en la parte alta de los árboles, en troncos huecos o escondida entre el follaje. Las madrigueras son construidas con hojas y ramas secas (Tirira 2007). En las ciudades como Guayaquil y Lima *S. stramineus* es comúnmente observada en parques y calles arboladas, moviéndose en las copas de los árboles, en el suelo y en cables de luz (Montes 2009, Jessen *et al.* 2010, Merrick *et al.* 2012, Thorington *et al.* 2012). Las madrigueras tienen un tamaño de unos 30 cm de diámetro y están localizados en árboles, mas no en palmeras, por encima de los 5 m (Suarez-Dávalos *et al.* 2010).

Sciurus stramineus es también probable vector de enfermedades zoonóticas. De 35 individuos que fueron colectados y analizados a partir de una población introducida en el Zoológico Parque de las Leyendas en Lima, 82.3 por ciento poseían anticuerpos contra *Leptospira* (Montes 2009, Montes *et al.* 2011), constituyendo un riesgo como transmisores del virus a otros mamíferos, incluyendo humanos. En Perú la peste selvática ha sido también registrada en esta especie, la misma que parece ser un reservorio primario de la enfermedad (Garnham 1949, Pollitzer 1952). Igualmente, se han encontrado helmintos gastrointestinales en alrededor del 20 por ciento de una muestra de 58 individuos de las poblaciones de los zoológicos de Lima (Díaz y Tantaleán 2012). En Ecuador se ha reportado que sus madrigueras están asociadas a triatomíneos, insectos hemípteros que portan el protozooario parásito responsable de la enfermedad de Chagas, *Trypanozoma cruzi* (Suarez-Dávalos *et al.* 2010). Asimismo, ectoparásitos como la pulga *Polygenis litargus* y garrapatas del género *Amblyomma* han sido registradas como huéspedes de *S. stramineus*. (Jordan 1950, Macchiavello 1957, Need *et al.* 1991).

2.3 MADRIGUERAS DE ARDILLAS ARBORÍCOLAS

La mayoría de ardillas arborícolas utilizan madrigueras para cuidar a sus crías, protegerse de los depredadores y guarecerse del clima. En altas latitudes esta última función es fundamental debido a las temperaturas extremas que deben soportar. Pulliainen (1973) encontró que las ardillas rojas en Finlandia podían mantener la temperatura dentro de su madriguera entre 20 y 30 grados por encima de la temperatura ambiental que es de unos cinco grados Celsius bajo cero. Lamentablemente información respecto a características físicas y funcionales de las madrigueras y, en general, sobre los hábitos reproductivos de las ardillas neotropicales es prácticamente inexistente (Emmons y Feer, 1997, Jessen *et al.* 2013).

Figura 2: Ilustraciones de la estructura de madrigueras de ardillas arborícolas



a: Madriguera de ardilla (Ilustración de A. N. Formozov); b: Construcción de una madriguera de ardilla (Ilustración de V. A. Vatagin); y c: Principales tipos de estructura de madrigueras de ardilla en Moscú.

FUENTE: a: Ognev 1940; b y c: Raspopov e Isakov 1980

Existen cuatro tipos de madrigueras usadas por las especies de ardillas arborícolas alrededor del mundo: madrigueras en las ramas de los árboles, que en especies holárticas pueden ser: de verano muy simples, o de invierno más complejas; oquedades en los árboles; y huecos en el suelo (Gurnell 1987). Este último tipo de madriguera es muy poco

común, pero existen reportes relativamente frecuentes para la especie *Tamasciurus hudsonicus* en bosques muy fríos de coníferas de Norteamérica (Gurnell 1984). Las madrigueras construidas en los arboles usualmente se encuentran a una altura mayor o igual a 4.5 m, con una base de hojas, pequeñas ramas verdes y musgo compactado, sobre la cual se crea una estructura con más ramitas y hojas; por dentro es tapizada con materiales suaves tales como corteza deshilachada, musgo, pelos, plumas o cualquier otro material a su alcance, ya sea natural o sintético (Tittensor 1970, Laidler 1980, Thorington y Ferrel 2006). Su tamaño depende de la especie, pero en promedio es de unos 46 cm. Se trata de estructuras sólidas e impermeables (Shorten 1951, Brown y Twigg 1965, Sanderson *et al.* 1976, Rothwell 1979, Valhe y Patton 1983). La mayoría de ardillas arborícolas tiene varias madrigueras dentro de su ‘área de campeo’², normalmente una de ellas muy sólida y el resto menos elaboradas, estas últimas son usadas para descansar durante el día o protegerse de los depredadores (Shorten 1951, Thorington y Ferrel 2006).

Estudios realizados en diferentes especies han demostrado que las ardillas arborícolas seleccionan los sitios donde construyen las madrigueras a partir tanto de las características estructurales, como de los recursos alimentarios que pueda proveer el área. Por ejemplo, la ardilla de Albert (*Sciurus alberti*) introducida en las Montañas Pinaleno de Arizona debiera depender del pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) que se encuentra en abundancia en su hábitat natural, pero parece haberse adaptado bien al nuevo hábitat, encontrándose que las características estructurales, como el tamaño del árbol y las rutas de acceso, parecen ser más importantes que la especie de árbol para la selección del sitio de construcción de madrigueras (Hutton *et al.* 2003, Edelman y Koprowski 2005). Del mismo modo, otras especies como la ardilla gris de Arizona (*Sciurus arizonensis*) parecen seleccionar las áreas con árboles altos en áreas de dosel cerrado que le brindan mayor protección de depredadores y factores ambientales, así como acceso a alimento (Cudworth y Koprowski 2011); o como la ardilla gris común (*Sciurus carolinensis*) cuyas madrigueras fueron encontradas con mayor frecuencia en arboles con partes comestibles (Sanderson *et al.* 1976).

² *home range*

2.4 POBLACIONES URBANAS DE ARDILLAS ARBORÍCOLAS

La presencia de ardillas arborícolas en áreas urbanas ha sido ampliamente estudiada y documentada a nivel mundial. Su presencia en las ciudades, en la mayoría de casos, se debe a la intervención del hombre, ya sea por urbanización de áreas en las que se distribuyen naturalmente, o por introducción voluntaria o accidental de un número de individuos suficientes para el establecimiento de una población. La introducción voluntaria de especies de mamíferos en distintos hábitats tiene los motivos más diversos. Long (2003) menciona como los más importantes: estética, alimentación, caza y deporte, negocios, control de plagas, introducción accidental, escape de especímenes y cría para mascotas. También menciona como las principales amenazas la competencia con especies nativas, las enfermedades, la dispersión de parásitos, la hibridación, los cambios genéticos y las pérdidas económicas por daño en la agricultura. Además añade la recreación, la conservación y el control de plagas como beneficios potenciales.

Palmer y Koprowski (2007) señalan que la presencia de las ardillas arborícolas en las ciudades se debe a características biológicas que les permiten ser especies invasoras exitosas, es decir con un alto potencial reproductivo, una ‘alta capacidad de dispersión’³, una dieta diversa, una habilidad para construir madrigueras y plasticidad en paisajes impactados por la actividad humana. Wood *et al.* (2007) encontraron que la introducción de un número menor a 20 individuos de una especie de ardilla arborícola es con frecuencia suficiente para que se convierta en una población viable, y que pequeñas poblaciones pueden persistir por largos periodos de tiempo en áreas con un hábitat apropiado. Un ejemplo de ello es la ardilla roja (*Sciurus vulgaris*) introducida en Varsovia, la cual habita tanto en los suburbios como en el centro de la ciudad, ocupando las áreas verdes disponibles en densidades de hasta 1.8 individuos/ha y que además parece estar en aumento (Babińska-Werka y Żółw 2005).

Por otro lado, Parker y Nilon (2008) describen cambios en el comportamiento natural de la especie *S. carolinensis* en parques de las ciudades de Washington D.C. y Baltimore, en Estados Unidos de América, que corresponden a aumento de la densidad poblacional, aumento de la agresividad intraespecífica y reducción del miedo a la presencia humana. Esto coincide con lo descrito previamente por Flyger (1970) para ardillas arborícolas; y más ampliamente para especies de distintos órdenes por Warren *et al.* (2006) quienes

³ En inglés *high vagility*

señalan dichos cambios en el comportamiento como los más comunes en especies bajo el ‘proceso de adaptación a zonas urbanas’⁴, y a los que agrupan en lo que llaman ‘síndrome de vida silvestre urbana’⁵.

La población de *S. stramineus* en la ciudad de Lima ha sido poco estudiada (Jessen *et al.* 2010). Los registros de su comportamiento se limitan a observaciones ocasionales en las que se les ha visto alimentándose de algunos desperdicios de origen humano y consumiendo parte de la dieta (choclo) de algunas aves y mamíferos mantenidos en cautiverio en el Zoológico Parque de las Leyendas (Montes 2009). Por otro lado, registros preliminares de los ítems alimenticios que utilizan las ardillas, listan diversas especies vegetales, como son: la tipa (*Tipuana tipu*), el pecano (*Carya* sp.), el ceibo (*Ceiba* sp.), el ficus (*Ficus* sp.), la melia (*Melia azederah*), la morera (*Morus niger*), la cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*), el nogal (*Juglans neotropica*), entre otras; así como larvas de insectos como *Golopha* sp. (Lajo y Landeo 2012). Además, se ha reportado que en algunas áreas verdes del distrito de San Isidro, Lima, tienen preferencia por las especie *Tipuana tipu* y *Casuarina* sp. para construir sus madrigueras (García *et al.* 2012).

⁴ En inglés *synurbanization*

⁵ En inglés *urban wildlife syndrome*

III. MATERIALES Y MÉTODOS

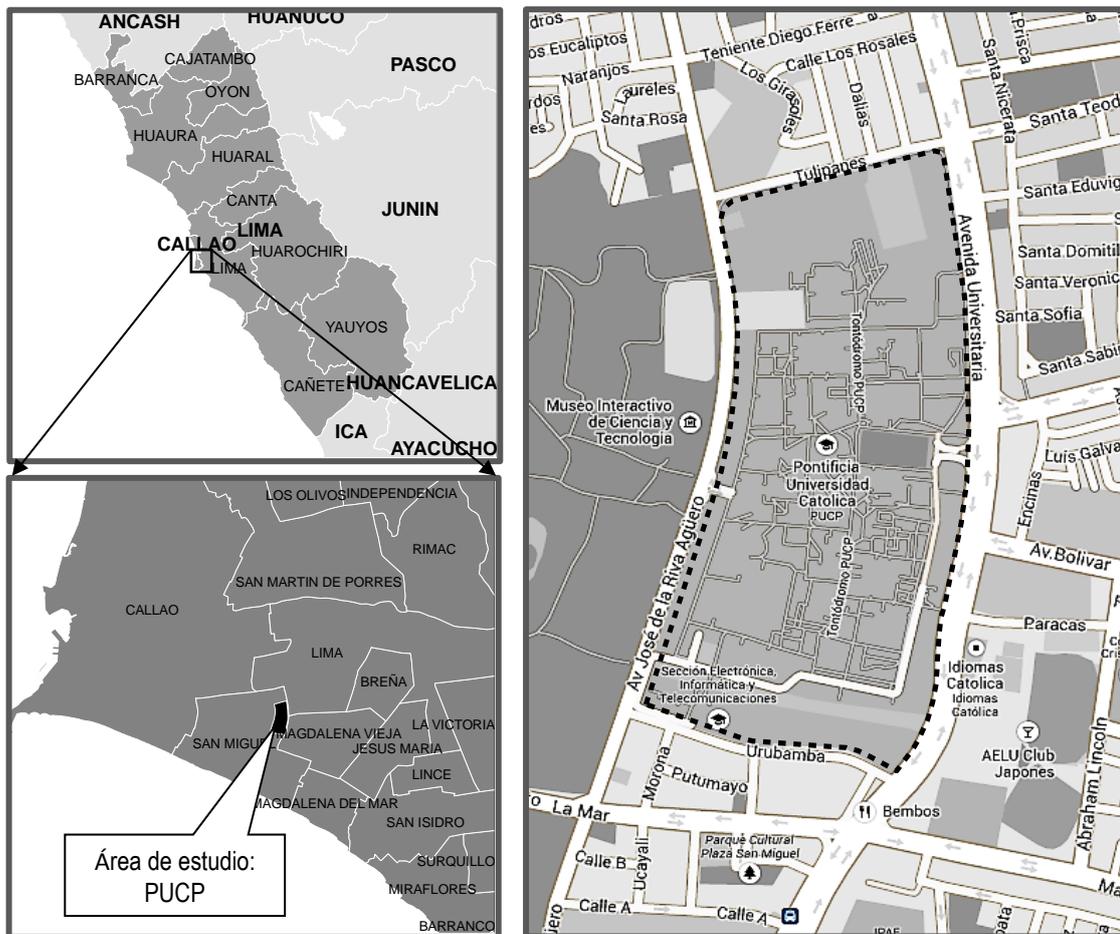
3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El Campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú se ubica en el distrito de San Miguel, provincia de Lima, departamento de Lima (Figura 3, ANEXO 5); y cuenta con 41 hectáreas de las cuales 17 correspondían a áreas verdes hasta la fecha de evaluación. Las principales especies de árboles presentes son: el cedro (*Cedrela odorata*), la tipa (*Tipuana tipu*), el eucalipto (*Eucalyptus* sp.), el molle serrano (*Schinus molle*), entre otras. En dicho campus se está llevando a cabo la ejecución del proyecto Jardín Botánico PUCP, el mismo que pretende generar un jardín botánico que exhiba la familia de especies vegetales representativas de los principales ecosistemas del país como el bosque seco tropical de Piura y Tumbes, del norte de Lambayeque y parte de La Libertad, el bosque andino y los valles interandinos, el bosque amazónico, así como un orquidiario y un cactario.

En el mencionado campus habitan distintas especies de aves entre las que se pueden mencionar al turtupilín (*Pyrocephalus rubinus*), la amazilia costeña (*Amazilia amazilia*), la cuculí (*Zenaida meloda*), el loro cabeza roja (*Aratinga wagleri*), el cucarachero (*Troglodytes aedon*), el mielerito (*Coereba flaveola*), el botón de oro (*Sicalis flaveola*), el tordo parasito (*Molothrus bonaerensis*), el violinista (*Thraupis episcopus*), el gavilán acanelado (*Parabuteo unicinctus*), etc. También hay un gran número de venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que componen la población del zoológico que funciona en el mismo campus y que se encuentran bajo un plan de manejo aprobado el año 2010; y además la ardilla en estudio *Sciurus stramineus* cuya presencia se conoce desde la década de los 70s⁶.

⁶ Sotomayor, C. 2012. Presencia de ardillas en el campus de la PUCP (entrevista). Lima, PE, Pontificia Universidad católica del Perú.

Figura 3: Ubicación del área de estudio



FUENTE: Elaboración propia a partir de cartografía MINAM (figuras izquierda) y Google Maps (figura derecha)

3.2 POBLACION EN ESTUDIO

La población en estudio comprendió ‘todas las madrigueras de *Sciurus stramineus* presentes en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú’, y fue evaluada en su totalidad. En la presente investigación no se consideró evaluar muestras dado que no existían impedimentos para evaluar la población completa.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 Materiales

- Plano impreso del campus
- Hojas de colecta de datos
- Plumones de colores
- Lápiz
- Cinta métrica (50 m)

3.3.2 Equipos

- Cámara fotográfica Sony HX-100v
- Clinómetro
- Densiómetro

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Registro de madrigueras

Con la finalidad de evaluar todas las madrigueras ubicadas dentro del campus, se realizaron recorridos por todas las áreas verdes del mismo, observando detenidamente la copa de cada árbol. Dichos recorridos se hicieron entre los días 17 y 30 de abril de 2013. Se tomó registro de la posición de cada árbol con madriguera haciendo uso de un mapa impreso del campus y plumones marcadores.

Se registraron solamente las madrigueras activas en la temporada de evaluación, considerándose como tales aquellas en las que no se pudiera ver luz a través de su estructura (Raspopov e Isakov 1980, Salsbury 2008).

Una vez obtenido el mapa de la ubicación de todas las madrigueras, entre las fechas 1 y 21 de mayo de 2013, se registraron los valores de cada variable mencionada en el punto 3.4.2 para cada una de las tres escalas de análisis: área circundante de la madriguera, árbol con madriguera, y posición de la madriguera en el árbol. Las escalas escogidas y las variables que se tomaron en cuenta para cada una se definieron en base a estudios similares disponibles en la bibliografía (Edwards y Gynn 1995, Edelman y Koprowski 2005, Thorington y Ferrel 2006, Merrick *et al.* 2007, Ramos-Lara y Cervantes 2007, Salsbury 2008, Edelman *et al.* 2009, Cudworth y Koprowski 2011, Williams 2011) y de acuerdo a observaciones realizadas en campo en visitas exploratorias al área de estudio.

El registro se realizó de forma ordenada haciendo uso de fichas para la toma de datos para así evitar errores u omisiones (ANEXO 3). Los registros fueron transferidos a formato digital organizados a modo de base de datos utilizando hojas de cálculo para su posterior análisis.

3.4.2 Colecta de datos

A continuación se detallan los procedimientos que se siguieron para la colecta de datos de cada una de las variables consideradas en el estudio:

a. Medición de las variables de caracterización de área circundante a la madriguera:

El área se definió como el espacio más próximo a la madriguera, correspondiendo a una parcela circular de 50 metros de diámetro cuyo centro es el árbol que sostiene la madriguera en evaluación. El procedimiento que se siguió para la colecta de datos de las variables correspondientes se describe a continuación:

- (i) Densidad de árboles: se contabilizaron los árboles con una altura mínima de 5 metros y con un DAP mayor o igual a 20 cm, que se encontraban dentro de la parcela, incluyendo al árbol central. El número se dividió entre el área de la parcela circular (1963.5 m^2) y se multiplicó por 10^4 . El valor obtenido se expresa en Número de árboles por hectárea (arb/ha)
- (ii) Número de árboles adicionales con madriguera(s): se contabilizaron solamente los árboles que poseen una o más madrigueras, sin considerar el árbol central. Se presenta en unidades.
- (iii) Árboles o arbustos con alguna parte comestible: se contabilizaron los árboles o arbustos que poseen una o más partes que son utilizadas como alimento por parte de *S. stramineus*, incluyendo el árbol central. Solo se consideró como comestible si la estructura comestible se encontraba presente en la temporada de evaluación (otoño); y se hizo en base a lo registrado por Lajo y Landeo (2012). Se presenta en unidades.
- (iv) Árboles o arbustos con alguna parte utilizada para la construcción de madrigueras: se contabilizaron los árboles o arbustos que poseían una o más partes utilizadas por *S. stramineus*, incluyendo el árbol central. Se presenta en unidades.
- (v) Cobertura de dosel: se midió con el densiómetro un punto cada cinco metros en las direcciones norte, sur, este y oeste desde el centro de la parcela, lo que hizo un total de 20 puntos evaluados, se anotó con 1, para 'cobertura', y 0 para 'sin cobertura'. Se halló el porcentaje total de cobertura (%) sumando los valores encontrados y viviéndolo entre veinte.
- (vi) Proporción área edificada/área total: se obtuvo la proporción de área que estaba ocupada por alguna edificación dentro del área de la parcela evaluada. La

estimación de esta variable se hizo con la ayuda del plano digital del campus. El valor obtenido carece de unidades.

- b.** Medición de variables para la caracterización de árboles con madrigueras:
- (i) Especie: se trata de la especie a la que pertenece el árbol que se evaluó, se determinó en el momento de la toma de datos. Cuando no fue posible hacerlo inmediatamente se tomaron fotografías y muestras para ser comparadas con los registros y muestras disponibles del herbario la Oficina de Mantenimiento de la PUCP.
 - (ii) Número de madrigueras: se trata del número de madrigueras presentes en el árbol, se consideraron solamente las madrigueras activas, las mismas en las que no es posible apreciar el paso de luz a través de su estructura (Raspopov e Isakov 1980, Salsbury 2008). Se expresa en unidades.
 - (iii) Altura total: se define como la distancia entre el suelo y la rama más alta del árbol. Se halló con la ayuda de un clinómetro y una cinta métrica. Se designó un punto arbitrario (A) a una distancia del árbol desde la que se pudo observar con claridad la rama más alta del mismo. Se midió la distancia (d) en metros desde el punto de observación hasta un punto (B) encontrado directamente por debajo del punto más alto. Con ayuda del clinómetro se midió el ángulo (α) formado entre la horizontal y la línea que se forma entre los ojos del observador y la rama más alta. Con la fórmula $h_1 = d \cdot \tan \alpha$ se halló la altura del cateto opuesto (h_1) del triángulo formado y se le sumó la altura que existe entre el piso y los ojos del observador (h_2) para así obtener la altura total del árbol (h_T - ANEXO 4). Se presenta en metros (m).
 - (iv) Diámetro a la altura del pecho (DAP): es una medida estándar del diámetro del tronco del árbol evaluado. Utilizando una cinta métrica se midió el contorno del tronco del árbol a una altura aproximada de 1.50 m del suelo y se dividió entre el valor π . Se expresa en centímetros (cm).
 - (v) Cobertura: se trata de la cobertura de follaje del árbol. Se midió utilizando el densiómetro con 20 medidas en total, 5 en cada dirección (N, S, E y O) por debajo de la copa, tomando como punto central el tronco. Se realizó de forma similar a la utilizada para Cobertura de dosel de área. En los casos en los que no se pudo medir una de las direcciones (por presencia de edificaciones, o por asimetría de la copa, se tomaron medidas adicionales en otra dirección). Se presenta en porcentaje (%).

- (vi) Área de copa: es el área proyectada sobre un plano horizontal paralelo al suelo. Para hallar su valor se realizaron dos medidas de diámetro, en lo posible uno máximo y uno mínimo, y se halló el área de la elipse con la siguiente fórmula: $A = \pi \cdot (d_1 \cdot d_2) / 4$, los datos se presentan en metros cuadrados (m^2).
 - (vii) Altura mínima de la copa: se define como la distancia entre el suelo y la parte mas baja de la copa del árbol. Para medir la Altura mínima de la copa, se siguió el mismo procedimiento utilizado para medir la Altura total. Se presenta en metros (m).
- c. Medición de variables de la posición de la madriguera en el árbol**
- (i) Altura de la madriguera: se trata de la distancia perpendicular entre la madriguera y el suelo. La medida de esta altura se realizó de la misma forma descrita para medir la Altura total. Se presenta en metros (m).
 - (ii) Distancia de la madriguera al eje del árbol: es la distancia horizontal entre la madriguera y el tronco principal. Se midió haciendo uso de la wincha a nivel del suelo. Se presenta en metros (m).
 - (iii) Distancia de la madriguera al borde de la copa: la medida se realizó trazando un radio imaginario, tomando como punto central al tronco, que contenga a la madriguera, estableciendo un punto externo sobre el borde del área de la copa, y midiendo la distancia entre el punto externo y la madriguera con ayuda de la cinta métrica. Dicha medición se realiza a nivel del suelo. Se presenta en metros (m).
 - (iv) Orientación cardinal: se tomó la orientación cardinal de la madriguera respecto al tronco con ayuda de una brújula. Se consideraron las direcciones: N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO y NNO.

3.4.3 Análisis de los datos

Los datos obtenidos se ordenaron en hojas de cálculo para facilitar su manejo. Se hallaron los parámetros más importantes para cada variable numérica evaluada (promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variación) y se elaboraron histogramas de frecuencia por rangos según valores. En el caso de variables cualitativas se elaboraron solamente histogramas de frecuencia que sirvieron para la interpretación de los hallazgos.

Además del análisis a partir de los parámetros y los histogramas de frecuencia mencionados, haciendo uso de los programas Excel 2010 y Minitab 17, se realizaron los siguientes análisis adicionales para cada escala:

- a.** Caracterización de áreas circundantes a las madrigueras
 - Correlación por rangos de Spearman entre todos los pares de variables posibles.
 - Análisis por agrupamientos (clusters) utilizando todas las variables en conjunto.
- b.** Caracterización de árboles con madriguera
 - Correlación de Pearson entre variables de estructura.
 - Análisis por agrupamientos (clusters) basado en las variables de estructura.
- c.** Posición de la madriguera en el árbol
 - Correlación de Pearson entre Altura de la madriguera y Altura del árbol.
 - Proporción Altura de la madriguera/Altura del árbol.
 - Correlación de Pearson entre Altura de la madriguera y Altura mínima de copa.
 - Altura de la madriguera respecto a la copa del árbol por medio de una prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste para una distribución uniforme.
 - Posición relativa en la madriguera por medio de gráfico bidimensional (gráfica XY)

Todos los hallazgos se compararon con la información disponible en la literatura sobre especies de ardillas arborícolas con la finalidad de encontrar diferencias o semejanzas.

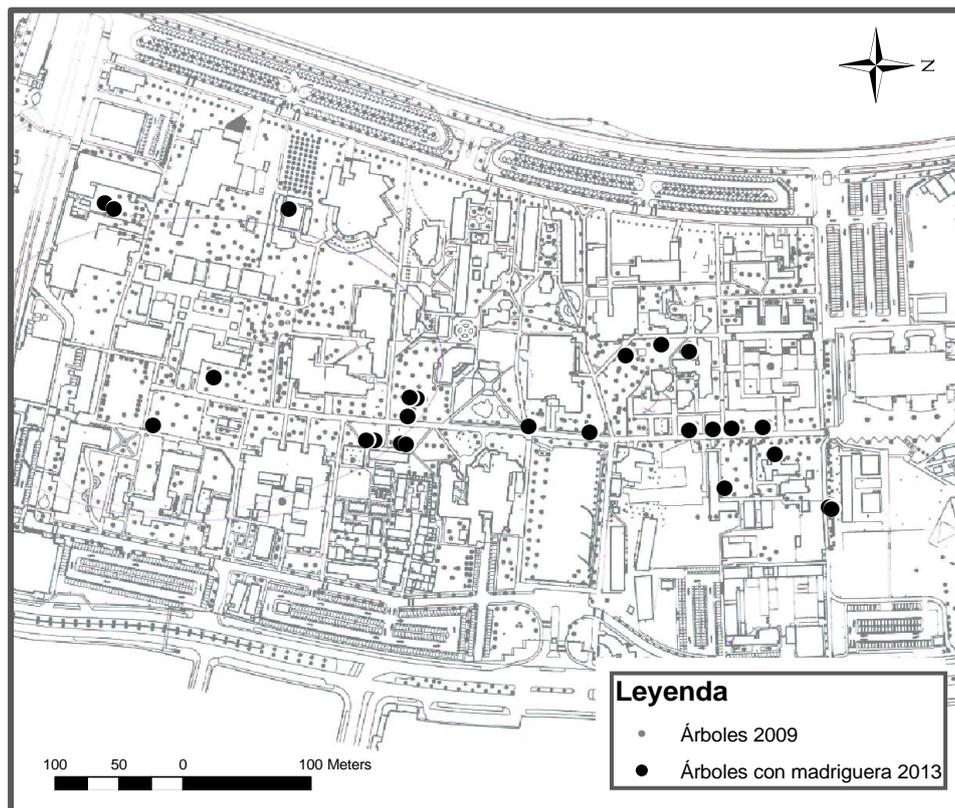
Finalmente, dado que se trata de un análisis descriptivo, las características más importantes en cada escala se determinaron en base a las frecuencias y coeficientes de variación de cada variable analizada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 UBICACIÓN DE MADRIGUERAS

Entre las fechas 17 de abril y 21 de mayo de 2013 se registraron 33 madrigueras⁷ de ardillas *Sciurus stramineus* distribuidas en 25 árboles del campus de la PUCP. En la Figura 4 puede apreciarse que las madrigueras se encontraron en las áreas aledañas a la vereda central del campus, con una densidad de 2 madrigueras/hectárea. Esta densidad fue calculada tomando en cuenta solamente las áreas verdes del campus.

Figura 4: Ubicación de los árboles con madrigueras en el campus de la PUCP



FUENTE: Elaboración propia en base a Plano del Campus de la Pontificia Católica del Perú 2009

⁷ Se realizó el registro de una posible madriguera en una cavidad de árbol, que por no confirmarse con total seguridad de que se tratara de una madriguera de la especie, y por ser única en su tipo no se tomó en consideración en el presente estudio.

La densidad de madrigueras encontrada se encuentra considerablemente por debajo de lo reportado previamente por García *et al.* (2012) para áreas urbanas de Lima (entre 5 y 16 madrigueras/ha). Es de esperarse que estas diferencias se deban a la calidad del hábitat que presenta cada ambiente, y sería necesario un análisis específico para determinar cuáles son los factores que influyen en estos resultados.

Respecto a la distribución, los hallazgos coinciden con los de Cáceres y Carrera (2008), quienes señalan que las madrigueras de *S. stramineus* en el campus de la Universidad Nacional de Piura presentaba una disposición espacial agregada. Aunque sí existen reportes de distribución aleatoria en áreas urbanas para otras especies, tal como lo publicado por Salsbury (2008) sobre *S. niger* en Indiana, EUA, quien señala que la ubicación de las madrigueras no está influenciada por variables de atributos de los parches de vegetación en los que se encuentran (como extensión del parche o aislamiento). Por lo tanto es posible que la distribución de las madrigueras esté más relacionada a la disponibilidad de los recursos y su cercanía a éstos (alimento, materiales, protección contra depredadores, etc.), por lo tanto factores como el tamaño y densidad de los árboles, son más importantes que, por ejemplo, el alto tránsito de personas o la cobertura de concreto a nivel del suelo que pueden parecer elementos que influenciarían la elección de determinados espacios para la construcción de madrigueras. Son justamente las áreas aledañas a la vereda principal las que poseen los árboles más antiguos, y por ende, los árboles de mayor tamaño, los cuales en muchos casos también pertenecen a especies que proporcionan alimento.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE AREAS CIRCUNDANTES AL ÁRBOL CON MADRIGUERA(S)

Para caracterizar el área circundante a cada árbol que sostuviera una madriguera, se escogieron las siguientes variables: Densidad de árboles en el área, Árboles adicionales con una madriguera presente, Árboles con partes comestibles, Árboles con materiales utilizados en la construcción de la madriguera y Cobertura de dosel.

La evaluación de las parcelas circulares (con área = 1963.5 m²) alrededor de los 25 árboles con madriguera(s) encontrados arrojó valores cuyos principales parámetros se pueden apreciar en la Tabla 2. Como se puede ver, la variable que presenta menor variabilidad es

Cobertura de dosel, seguida de Densidad de árboles, mientras que las variables restantes presentan mayor dispersión.

Tabla 2: Parámetros estadísticos hallados para las variables de áreas circundantes a los árboles con madriguera

N=25	Promedio	Rango	Desv. Est	CV
	$\mu \pm \text{IC (95\%)}$		σ	
Densidad de árboles (árboles/ha)	37.48 \pm 6.39	15.2 – 71.3	16.29	0.43
Árboles adicionales con madriguera	1.2 \pm 0.29	0 – 3	0.75	0.62
Árboles con partes comestibles	2.96 \pm 0.86	0 – 6	2.18	0.74
Árboles con materiales	2.84*	0 – 6	1.95	0.69
Cobertura de dosel (%)	50.83 \pm 4.17	33.3 – 75	10.64	0.21

*Los datos no presentaron una distribución normal, por lo que no se considera el IC (95%).

FUENTE: Elaboración propia

Densidad de árboles (árboles/hectárea)

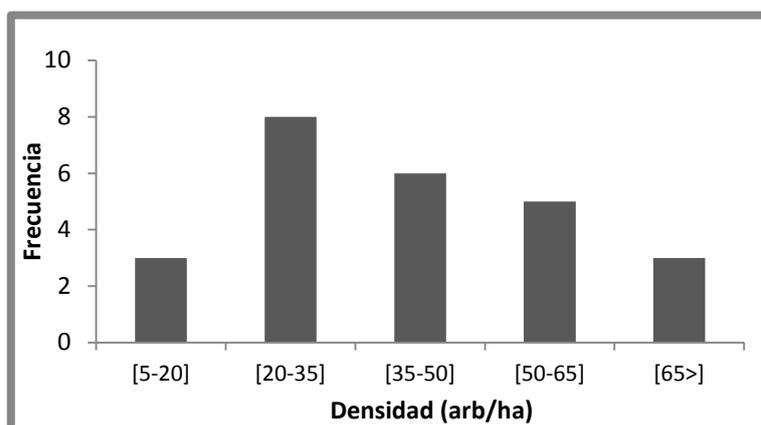
Como se puede observar en la Figura 5, la mayor frecuencia encontrada en la variable Densidad de árboles es de entre 21 y 35 árboles/ha. Aunque el promedio está un poco por encima de dichos valores (Tabla 2), en general, se encontraron densidades por encima de 20 y hasta de 70 árboles/ha en las áreas circundantes a las madrigueras.

Las densidades encontradas pueden parecer bajas, pero se deben a la condición de área urbana en la que los árboles son plantados intencionalmente, en muchos casos siguiendo criterios funcionales y/o estéticos. Además, en el cálculo de densidad del presente estudio se excluyen árboles pequeños bajo el criterio de que éstos no proveen recursos suficientes para los individuos de *S. stramineus* (protección y alimentos).

La ardilla de nuca blanca, en su rango de distribución natural, habita en los bosques secos como los encontrados en el Santuario Nacional Bosque de Pómac en Lambayeque, donde las densidades van de 105 a 263 arb/ha, dependiendo del tipo de bosque presente (denso, semidenso o ralo), pero en dicha área alrededor del 85 por ciento de árboles tienen un DAP menor a 45 cm (SERNANP 2010). Otro ejemplo de hábitat natural es el de los bosques estacionalmente secos del Coto de Caza El Angolo, Piura, donde las densidades van de 46 a 340 arb/ha (considerando árboles de más de 10 cm de DAP), dependiendo de cuál de las

cuatro asociaciones forestales descritas para esta zona se esté hablando (Ríos 1989). Es así que la densidad encontrada en el campus de la PUCP, si bien no es comparable con estos valores, puede encontrarse dentro de los amplios rangos de densidad encontrados en áreas naturales.

Figura 5: Densidad de árboles por hectárea



Haciendo una comparación con los reportes de estudios de hábitat de especies de ardillas arborícolas del hemisferio norte en los que se reportan densidades de entre 70 y 1900 árboles/ha (Tabla 3), las densidades del hábitat natural de *S. stramineus* igualmente resultan bajas. A pesar de esto, se puede afirmar que las ardillas arborícolas, en general, parecen preferir las áreas con mayor densidad de árboles para el establecimiento de sus madrigueras. Una prueba de ello son los resultados reportados por Raspopov e Isakov (1980) a partir de estudios realizados en los años 30 en Moscú, donde se señala que las ardillas rojas (*Sciurus vulgaris*) prefieren construir sus madrigueras en las áreas en que los abetos (género *Abies*) crecen más densamente. De modo similar Edelman y Koprowski (2005) describen la preferencia de *S. alberti* por áreas de bosque más densas, posiblemente debido a la protección y facilidad de desplazamiento que les brindan este tipo de espacios. Un ejemplo más es el reportado por Halloran y Bekoff (1994) para la misma especie, en el que se encontró que evitaban construir sus madrigueras en árboles que estuvieran aislados (si el árbol más cercano estaba a una distancia mayor de 30 m), y en su mayoría estaban contruidos en árboles que estaban al interior de un conjunto de árboles. Por lo tanto, la ubicación de las madrigueras de *S. stramineus* dentro de las áreas verdes del campus que poseen mayores densidades de árboles es lo que se espera, y sería necesario analizar con más detenimiento las áreas en las que no se han encontrado madrigueras para alcanzar

conclusiones más precisas; aunque un análisis de las imágenes satelitales parece confirmar dicha afirmación (ANEXO 5).

Tabla 3: Densidad de las áreas circundantes a los árboles con madrigueras de ardillas arborícolas

Especie	Tipo de Bosque; Localidad	Densidad (arb/ha)	Referencia
<i>Sciurus alberti</i>	Bosque de coníferas; Pinaleño Mountain, Arizona, EUA.	1387.2 ± 658.4 ^c	Edelman <i>et al.</i> 2009
<i>Sciurus aureogaster</i>	Bosque mixto; Isla Elliot Key, de Florida, EUA	230 ^b	Ramos-Lara y cervantes 2007
<i>Sciurus carolinensis</i>	Bosque mixto y Bosque de pinos; (varias localidades) Sudeste de Georgia, EUA	[70 – 1200] ^a	Williams 2011
<i>Tamiasciurus hudsonicus grahamensis</i>	Bosque de coníferas; Pinaleño Mountain, Arizona, EUA.	1918.6 ± 671.7 ^c	Edelman <i>et al.</i> 2009

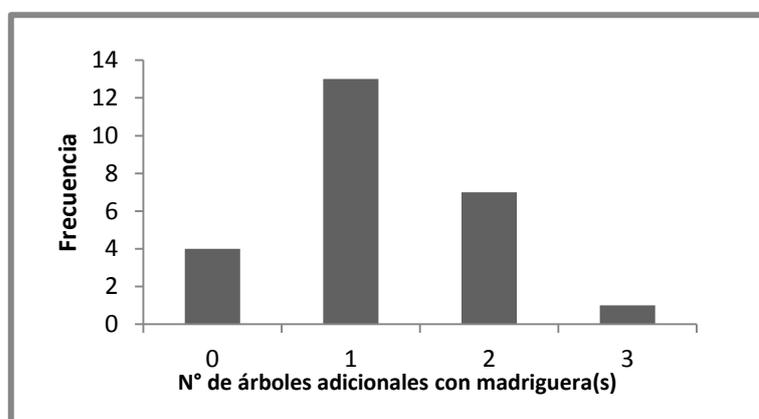
a: rango; b: media; c: media ± SE

FUENTE: Elaboración propia en base a las publicaciones citadas en la columna Referencia

Número de árboles adicionales con madriguera

Se encontraron hasta tres árboles adicionales con una o más madrigueras por parcela evaluada, siendo lo más frecuente un árbol adicional con madriguera (Figura 6).

Figura 6: Número de árboles adicionales con madriguera

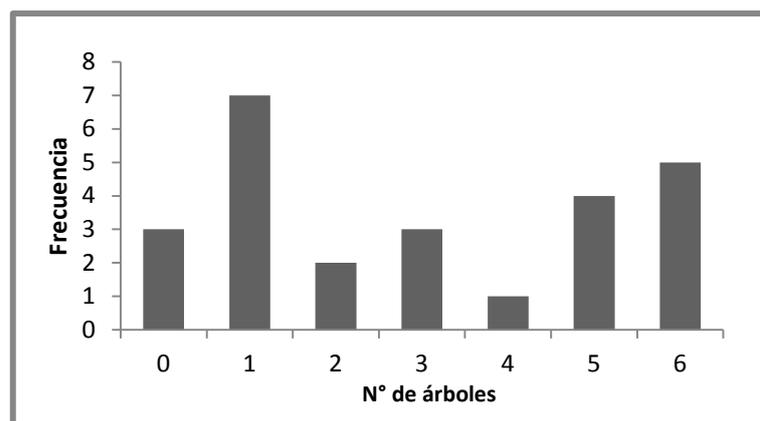


La frecuencia alta de una madriguera adicional en el área circundante al árbol en evaluación puede estar relacionada con varios factores. Por ejemplo, se sabe que las ardillas hembras del género *Sciurus* se vuelven agresivas antes de parir y permanecen con dicho comportamiento hasta aproximadamente las diez semanas de edad de las crías; lo que determina que las ardillas hembras y sus madrigueras de cría tengan una distribución espaciada en medios naturales (Gurnell 1987). Sin embargo, el comportamiento de las especies que se desarrollan en espacios urbanos cambia debido a las condiciones presentes (Parker y Nilon 2008). Además, en algunos casos un mismo individuo puede construir y utilizar más de una madriguera, ubicándose éstas a distancias cortas unas de otras como lo descrito por Shorten (1951) para *S. carolinensis*. Por ende, ya sea que la(s) madriguera(s) adicional(es) pertenezca(n) a otro individuo o no, son necesarios mayores estudios para determinar los motivos por los que la distribución de madrigueras se presenta de esta forma.

Número de árboles o arbustos con alguna parte comestible

Aunque el promedio de esta variable es de tres, no se encontró una tendencia marcada en la distribución de los valores. Lo que sí se pudo observar es que un árbol o arbusto con partes comestibles dentro de la parcela fue lo más frecuente (Figura 7). Además, se encontró un buen número de parcelas con 5 y 6 árboles con partes comestibles.

Figura 7: Número de árboles con alguna parte comestible



En el caso de las ardillas arborícolas del hemisferio norte, se ha encontrado que una alta densidad de árboles productores de semillas o la cercanía a agrupamientos de estas especies (ej. coníferas) son importantes para el establecimiento de madrigueras en dichos lugares y que, de faltar especies preferidas en el área, otros recursos seleccionados de

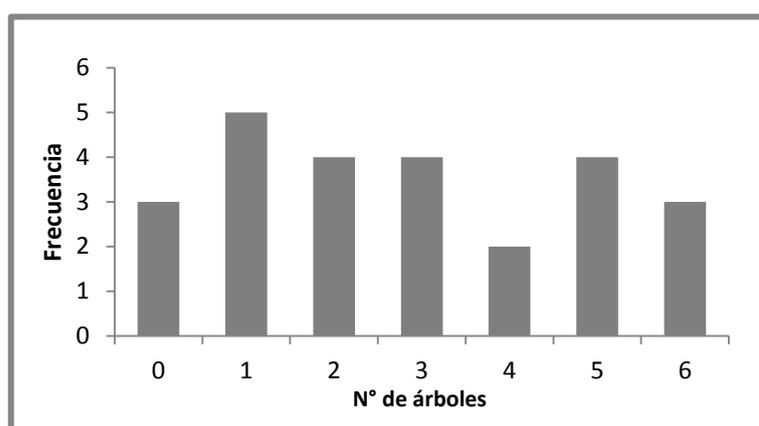
forma secundaria pasan a ser más utilizados en determinados hábitats (Valhe y Patton 1983, Williams 2011). Puede ser éste también el caso de *S. stramineus*, sin embargo los resultados encontrados no son suficientes para afirmarlo.

El hecho de que las frecuencias de ocurrencia de 1 y 6 árboles o arbustos con partes comestibles dentro de la parcela en evaluación sean las mayores (Figura 7) puede deberse a varios motivos. Por ejemplo, que el área de forrajeo de esta especie sea mayor que el área de la parcela evaluada, que los recursos alimenticios pueden ser de otra índole (desechos orgánicos, comida ofrecida por los transeúntes, etc.), o que no se hayan considerado todos los ítems alimentarios que en realidad utiliza la especie en esta área, es decir, que la lista de partes de plantas comestibles esté aun incompleta (ANEXO 1). Otra vez, es necesario evaluar a mayor profundidad la variable para poder explicar su comportamiento.

Número de árboles o arbustos con alguna parte utilizada para la construcción de madrigueras

En cuanto al Número de árboles con materiales para la construcción de madrigueras dentro del área, se encontró que la ausencia de árboles de este tipo resultó ser mucho menos frecuente que la presencia de uno o más árboles, y que como máximo se encontraron seis árboles con materiales para la construcción de madriguera dentro de las áreas analizadas (Figura 8).

Figura 8: Número de árboles con materiales para la construcción de madrigueras



Aunque Cáceres y Carrera (2008) señalan que en el campus de la Universidad Nacional de Piura *S. stramineus* utiliza materiales del mismo árbol donde construye su madriguera, igual que en el caso de la variable Número de árboles y arbustos con alguna parte

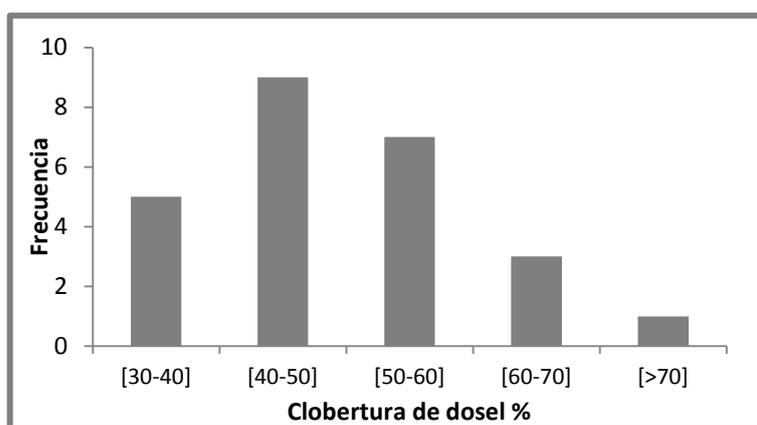
comestible, lo más probable es que utilicen materiales que estén dentro un área mayor a la evaluada, con dimensiones aún no determinadas.

Algunos autores señalan que las ardillas arborícolas en la mayoría de los casos utilizan material para la construcción de sus madrigueras tomado de los árboles que las sostienen. Pero este material solamente es utilizado para la parte exterior de sus madrigueras; el recubrimiento interno por ser de otra constitución necesita de materiales textura suave, y dichos materiales parecen ser buscados con mayor cuidado, prefiriendo ciertas especies de vegetación y rechazando otras aun cuando sean muy abundantes dentro de su ‘área de campeo’⁸ (Brown y McGuire 1975; Raspopov e Isakov 1980). Por esto, los hallazgos en el presente estudio son una primera referencia para el estudio de este aspecto de la especie.

Cobertura de dosel

Como se puede ver en la Figura 9 se ha encontrado una mayor frecuencia de cobertura de alrededor del 50 por ciento en las áreas circundantes a los árboles con madrigueras, esto coincidió con el promedio que fue de 50.8 por ciento. Mientras que los valores mínimo y máximo encontrados son de 33 y 75 por ciento, respectivamente.

Figura 9: Cobertura de dosel



Si bien la cobertura de dosel es muy variable en el campus de la PUCP por ser un área urbana, parece ser que la especie utiliza lugares con una cobertura dentro de un rango específico (el 84 por ciento de madrigueras se presenta en áreas con cobertura entre 30 y 60 por ciento, Figura 9).

⁸ *home range*

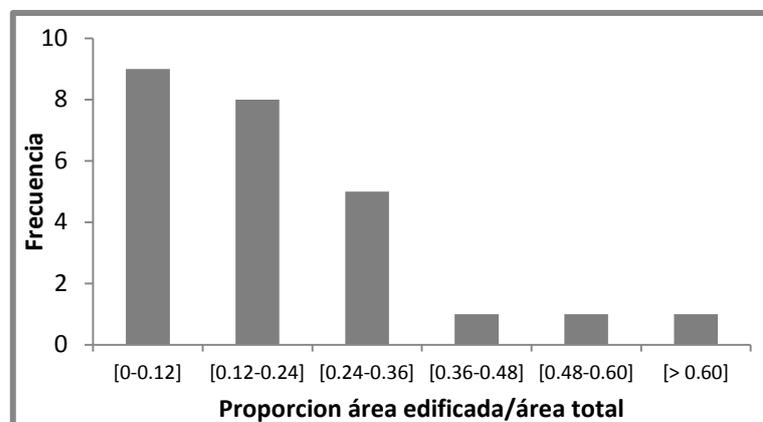
Al respecto, existen algunos reportes de la preferencia de algunas especies de ardillas por ciertos valores de cobertura. Como es el caso de *S. alberti* que prefiere áreas con mayor cobertura que la especie simpátrica *Tamiasciurus hudsonicus grahamensis*, en un mismo tipo de bosque (Edelman *et al.* 2009). Asimismo, se han encontrado valores altos de cobertura como en el caso de *S. alberti*, que utilizó lugares con alrededor de 80 por ciento de cobertura de dosel (Edelman y Koprowski 2005, Merrick *et al.* 2007), o *S. carolinensis* con 46 – 84 por ciento en dos tipos de hábitats (Williams 2011) que son valores que están por encima de la media para los bosques evaluados.

Cabe mencionar que esta variable es estacional, ya que la existencia de especies caducifolias en el área provoca un cambio de los valores de cobertura a lo largo del año. Se debe considerar además que no todas las especies pierden sus hojas en los mismos periodos de tiempo. Por ejemplo, la especie *Tipuana tipu* en el periodo de evaluación presenta follaje denso y se encuentra en proceso de fructificación, mientras que la mayoría de los individuos de *Spathodea campanulata* casi no presentan hojas y están en proceso de dispersión de semillas. Aunque es de esperar que la ubicación de las madrigueras en otra estación sea diferente, es necesario confirmarlo con evaluaciones a lo largo del año.

Proporción área edificada/área total

Para la proporción área edificada/área total de las parcelas, se encontró que la gran mayoría no supera el 0.4 (Figura 10). Esto quiere decir que la mayor cantidad de madrigueras se encuentran ubicadas cerca de edificaciones, pero que no son las áreas edificadas las que dominan el área circundante a las madrigueras.

Figura 10: Proporción área edificada/área total



Los hallazgos en el caso de esta variable también pueden deberse a la distribución de los árboles que, como ya se mencionó, por tratarse de áreas urbanas tienen una distribución que sigue ciertos criterios de carácter humano. Por otro lado, las áreas con espacios más abiertos no son las que poseen los árboles más grandes (esto se puede corroborar simple vista observando imágenes satelitales del campus (ANEXO 5) sino que son las áreas más cerradas (con presencia de edificaciones) y más transitadas las que poseen los árboles más antiguos. Una vez más, se observa que el beneficio de los recursos que proporcionan los árboles de mayor tamaño está por encima de las ‘desventajas’ que pueden presentar áreas muy transitadas como son las aledañas a edificaciones. Esto coincide con lo descrito por varios autores quienes afirman que la cobertura, natural o artificial, de dichas áreas lejos de constituir un inconveniente puede convertirse en un recurso más cuando las ardillas arborícolas la encuentran adecuada como estructura de sostén o de protección para sus madrigueras (Middleton 1931 y Shorten 1962, citados por Tittensor 1970).

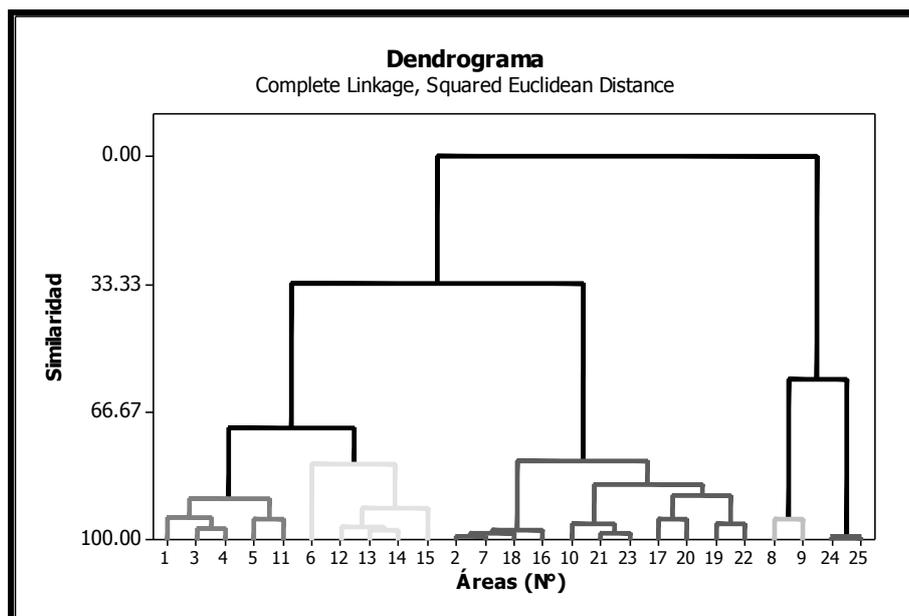
Análisis adicionales de caracterización de áreas circundantes a los árboles con madriguera(s)

Con la finalidad de determinar si existe alguna relación entre las variables consideradas, y el efecto que tienen en la descripción de las áreas en estudios, se realizaron dos análisis adicionales. El primero corresponde a una *correlación por rangos de Spearman* entre variables, para el cual se seleccionaron 10 parcelas, una por cada área en la que se concentraran dos o más observaciones, de modo que no se traslaparan entre sí (con la finalidad de garantizar la independencia de los datos). Y el segundo se trata de un *análisis de agrupamientos*, para el cual sí se utilizaron la totalidad de las observaciones (N=25), pero se omitió la variable Árboles adicionales con madriguera(s), puesto que no se trata de una variable que describa directamente algún atributo del área.

El análisis de *correlación por rangos de Spearman* (ANEXO 7) mostró que solo existen dos correlaciones significativas entre pares de variables, estas fueron: Número de árboles con partes comestibles – Número de árboles con materiales para la construcción de las madrigueras ($\rho_p = 0.988$) y Árboles adicionales con madriguera – Cobertura ($\rho_p = 0.630$). Por otro lado, a partir del *análisis de agrupamiento* (clusters) se obtuvo un dendrograma en el que se puede observar de tres a cinco grupos de áreas con distinto grado de similaridad (Figura 11). Dichos resultados son un reflejo de la heterogeneidad de las áreas utilizadas para la construcción de las madrigueras.

La primera correlación encontrada resultó ser positiva y fuerte, y se debe a que la mayoría de las especies que brindan alimento también son usadas para extraer materiales. En cuanto a la segunda, al ser una correlación positiva, indica que las áreas con mayores valores de cobertura también son las que poseen más madrigueras, lo que refuerza la idea de que son estas áreas las más usadas para estos fines. Otras variables con correlaciones positivas importantes, aunque no alcanzan valores significativos, fueron Densidad – Área construida/Área total ($\rho_p = 0.476$) y Árboles adicionales con madriguera – Árboles con partes comestibles ($\rho_p = 406$). La primera de éstas no tiene mayor sentido en el contexto del presente análisis, pero la segunda podría estar en el camino de confirmar la hipótesis de que las ardillas eligen la ubicación de las madrigueras a partir de la cantidad de recursos que le pueda ofrecer un área determinada.

Figura 11: Dendrograma basado en las variables de caracterización de áreas circundantes a los arboles con madrigueras



En cuanto al *análisis de agrupamientos* (Figura 11), se encontraron cinco grupos formados a partir de las combinaciones de valores hallados para cada variable. Esto es un reflejo de la heterogeneidad de las áreas utilizadas (ANEXO 7).

El hecho de que existan áreas con diferentes atributos dentro de las utilizadas por la especie para construir sus madrigueras podría confirmar la plasticidad de la especie al poder utilizar varias de las opciones que le ofrece el campus. Pero no hay que olvidar que la selección de las áreas para la construcción de madrigueras está muy relacionada al uso

del espacio de la especie, que el tamaño de las áreas evaluadas en el presente estudio es absolutamente arbitrario, y que el tamaño de la población evaluada es muy pequeño. Para poder confirmar cualquier hipótesis que se pueda plantear al respecto a este tema, sería necesario tener más información de la ecología de la especie e incluir comparaciones con áreas no utilizadas para la construcción de las madrigueras, de modo que se pueda por ejemplo buscar los límites de tolerancia de valores para cada variable, o las interacciones entre las variables en la selección de sitios para la construcción de madrigueras.

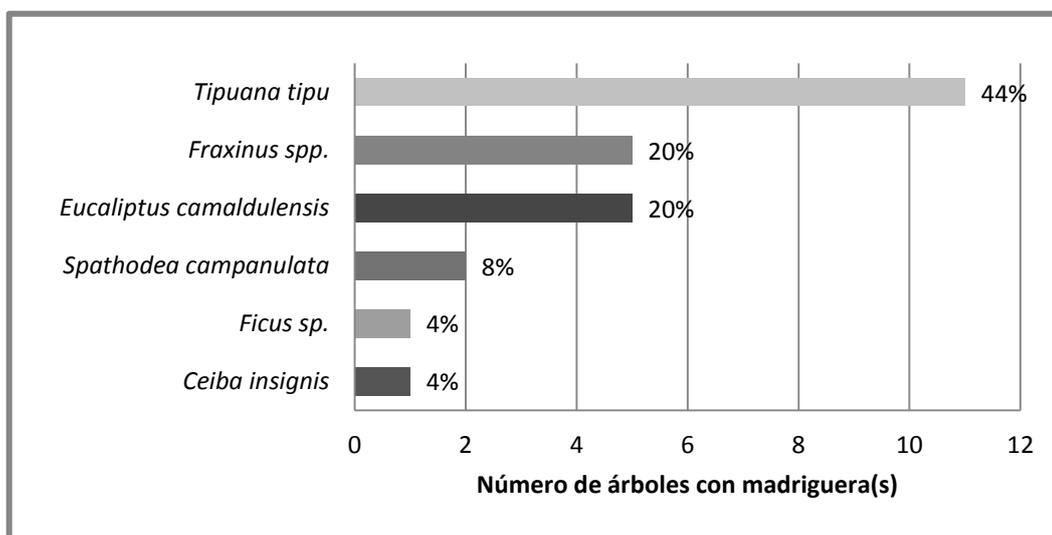
4.3 CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES CON MADRIGUERA

Especie

Las madrigueras de *S. stramineus* se encontraron en árboles de las siguientes especies: *Tipuana tipu*, *Fraxinus americana* y *Fraxinus* sp. (de aquí en adelante, estas dos últimas, denominadas *Fraxinus* spp. por ser muy similares en estructura), *Eucaliptus camaldulensis*, *Spathodea campanulata* y *Ficus* sp.

La especie de árbol con mayor número de madrigueras fue la tipa (*Tipuana tipu*) que alcanzó los 11 ejemplares (44 por ciento del total de árboles encontrados), seguida del fresno (*Fraxinus* spp.) y del eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*) con cinco ejemplares (20 por ciento) cada uno. El tulipán africano (*Spathodea campanulata*), el ficus (*Ficus* sp.) y el ceibo (*Ceiba insignis*) estuvieron escasamente representados, con números que corresponden al 16 por ciento en conjunto (Figura 12).

Figura 12: Frecuencia y porcentaje de árboles con madriguera por especie



Los resultados muestran un mayor número de madrigueras construidas en solo tres especies presentes en el campus de la PUCP. Esto concuerda con lo ya previamente reportado para otras ardillas arborícolas, las que suelen tener preferencia por algunas especies de árboles y ‘aversión’ por otras. En especies del mismo género que habitan en el hemisferio norte se han encontrado preferencias por ciertas especies de árboles dependiendo del tipo de hábitat. Diversos ejemplos se listan en la Tabla 4; de estos, uno que llama la atención es el de *S. carolinensis* que, como especie introducida en Reino Unido, utiliza especies seleccionadas para la construcción de sus madrigueras diferentes a la de la especie nativa *S. vulgaris*, como lo indica el estudio de Shorten (1951) realizado en Oxford, donde se encontró una mayor frecuencia de madrigueras en árboles de roble (*Quercus robour*) que resultó ser también la especie más común; y pareció evitar construir en el fresno (*Fraxinus excelsior*) a pesar de que dicha especie fuera muy común en el área evaluada. Otro ejemplo que ilustra este hecho es el reportado por Edwards y Guynn (1995) quienes evaluaron paralelamente la preferencia de *S. niger* y *S. carolinensis* en el mismo hábitat, y encontraron preferencias por distintas especies de árboles por parte de cada especie de ardilla.

Aunque ya se han reportado preferencia por las especies *T. tipu* y *Casuarina* sp. por parte de *S. stramineus* en otras áreas urbanas de la ciudad de Lima (García *et al.* 2012); para determinar si existe una real preferencia por las especies *Tipuana tipu*, *Fraxinus* spp. y *Eucalyptus camaldulensis* dentro del campus de la PUCP es necesario llevar a cabo un estudio adicional, de modo que se pueda probar que se trate de una elección debido a las características de las especies y no a su disponibilidad dentro de dicha área. Así también, se espera que la preferencia por ciertas especies varíe según la época del año y la producción de semillas en determinadas temporadas, para lo cual sería necesario monitorear a largo plazo esta población.

Tabla 4: Especies de árbol preferidas por ardillas arborícolas

Especie	Tipo de bosque, Localidad	n	Especies de árbol más común	Especies de árbol preferida (% de madrigueras)	Estación; Meses, Año(s)	Referencia
<i>Sciurus alberti</i>	Bosque de pino de Ponderosa; Colorado, EUA.	49	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Primavera – Verano; Marzo a Julio 1991	Halloran y Bekoff 1994
<i>Sciurus alberti</i> *	Bosque de coníferas; Pinaleño Mountain, Arizona, EUA.	129	<i>Abies lasiocarpa</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (47%)	Todas; 2001 -20113	Edelman y Koprowski 2005
<i>Sciurus alberti</i> *	Bosque de coníferas; Pinaleño Mountain, Arizona, EUA.	104	<i>Abies lasiocarpa</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Todas; 13 meses a partir de Setiembre, 2002-03	Edelman <i>et al.</i> 2009.
<i>Sciurus arizonensis</i>	Bosque de pinos y robles; Huachuca Mountains, Arizona, EUA.	a	<i>Quercus hypoleucides</i>	<i>Quercus hypoleucides</i> (28%)	Todas; 2006-09	Cudworth y Koprowski 2011
<i>Sciurus arizonensis</i>	Bosque ribereño Huachuca; Mountains, Arizona, EUA.	b	<i>Quercus arizonica</i>	<i>Platanus wrightii</i> (50%)	Todas; 2006-09	Cudworth y Koprowski 2011
<i>Sciurus aureogaster</i> *	Bosque mixto; Isla Elliot Key, Florida, EUA	67	<i>Metopium toxiferum</i>	<i>Swietenia mahagoni</i> (64%)	Todas; 12 meses 1972	Brown y McGuire 1975

Especie	Tipo de bosque, Localidad	n	Especies de árbol más común	Especies de árbol preferida (% de madrigueras)	Estación; Meses, Año(s)	Referencia
<i>Sciurus aureogaster</i>	Bosque de robles y pinos; Pátzcuaro, Michoacán, México	80	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	Todas; Diciembre 2000 a Feb 2002	Ramos-Lara y Cervantes 2007
<i>Sciurus carolinensis</i>	Bosque mixto; Oxford, UK	114 + 9? ^c	<i>Quercus rubour</i>	<i>Quercus rubour</i>	Todas; abril 1947 a Octubre 1948	Shorten 1951
<i>Sciurus carolinensis</i> *	Bosque mixto; Royal Hallow College, Berkshire, UK	66 + 59 ^d	<i>Carpinus</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Ulmus</i> sp., <i>Betulas</i> p.	<i>Tilia</i> sp.	Primavera y otoño; Mayo y octubre, 1952-53, 1961-62	Brown y Twigg 1965
<i>Sciurus carolinensis</i>	Bosque mixto y Bosque de pinos; Sudeste de Georgia, EUA	136	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp., <i>Clifftonia</i> <i>monophylla</i>	-	Williams 2011
<i>Sciurus carolinensis</i>	Bosque seco de robles, pecanos y pinos; Virginia Occidental, EUA	1552	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp., <i>Carya</i> sp.	Otoño; Noviembre, 1968-69	Sanderson et. al 1976
<i>Sciurus carolinensis</i>	Bosque mixto con predominancia de pinos; Central Georgia, EUA	366	<i>Pinus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	1989-90	Edwards y Guynn 1995
<i>Sciurus niger</i>	Bosque mixto con predominancia de pinos; Central Georgia, EUA	749	<i>Pinus</i> spp.	<i>Pinus</i> spp.	1989-90	Edwards y Guynn 1995

Especie	Tipo de bosque, Localidad	n	Especies de árbol más común	Especies de árbol preferida (% de madrigueras)	Estación; Meses, Año(s)	Referencia
<i>Sciurus vulgaris</i>	(Varios tipos de bosques); Surgut territory, Rusia	-	(Varios)	<i>Pinus spp.</i> , <i>Picea sp.</i> , <i>Larix sp.</i>	-	Ognev 1940, Shorten 1962, citados por Tittensor 1970
<i>Sciurus vulgaris</i>	Bosque maduro de pinos (95% <i>P. silvestris</i>); Edensmuir Forest, Fife, UK.	145	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Pinus silvestris</i> (100%)	1968-69	Tittensor 1970
<i>Sciurus vulgaris</i>	Bosque mixto; Moscú, Rusia	128	<i>Abies sp.</i>	<i>Abies sp.</i> (93%)	1931-33	Raspopov e Isakov 1980
<i>Tamiasciurus hudsonicus grahamensis</i>	Bosque de coníferas; Pinaleño Mountain, Arizona, EUA.	79	<i>Abies lasiocarpa</i>	<i>Abies lasiocarpa</i>	Todas; Setiembre 2001 a Agosto 2003	Edelman <i>et al.</i> 2009.

*Exótica en el área de evaluación; a y b suman 138; c: el autor no tuvo certeza de que las estructuras observadas fueran madrigueras de ardilla; d: incluye observaciones de un estudio anterior (1952-1953) y el estudio correspondiente a la publicación (1961-1962); d: tomaron datos durante 1961-62 (n=59) y los compararon con información disponible de los años 1952-53 (n=66)

FUENTE: Elaboración propia en base a las publicaciones citadas en la columna Referencia

Número de madrigueras

El número de madrigueras encontrado por árbol fue de una a cuatro. Como se muestra en la Tabla 5, 20 de estos árboles (80%) presentaba una única madriguera, mientras que árboles con dos, tres y cuatro madrigueras fueron mucho menos frecuentes.

Tabla 5: Frecuencia y porcentaje de madrigueras presentes por árbol

Número de madrigueras	Frecuencia	Porcentaje
1	20	80
2	3	12
3	1	4
4	1	4
Total	25	100

FUENTE: Elaboración propia

Los hallazgos coinciden con los encontrados por algunos autores para otras especies de ardillas arborícolas. Tittensor (1970) evaluó 148 madrigueras de *S. vulgaris* y solamente en una ocasión se encontró dos de éstas en un mismo árbol. Por su parte Sanderson *et al.* (1976) y Edelman y Koprowski (2005) reportan una única madriguera por cada árbol para *S. carolinensis* y *S. alberti*. Del mismo modo, se han encontrado bajos porcentajes de ocurrencia de más de una madriguera por árbol en la especie *S. niger* (Salsbury 2008) y solo se han contado hasta tres de ellas en un mismo árbol. Un caso diferente es el de *T. hudsonicus*, que es una especie que utiliza más frecuentemente cavidades en árboles como madrigueras si es que están disponibles (Edelman *et al.* 2009), y parece construir con mayor frecuencia más de una madriguera en la copa del mismo árbol, de acuerdo a lo reportado por Valhe y Patton (1983). Aun así, los hallazgos corresponden al comportamiento típico del género *Sciurus*.

Por otro lado, los árboles que presentaban más de una madriguera pertenecían a diferentes especies (Tabla 6), por lo que, en base a estos datos no es posible inferir que esta condición se deba a la variable Especie. Williams (2011) encontró que el número de madrigueras presentes en cada árbol estaba influenciado por la densidad arbórea y el DAP, pero también estos hallazgos estaban relacionados a la cercanía al alimento, representado por

una especie en particular (*Cliftonia*). Es así que, una vez más, la explicación para el comportamiento de la variable parece estar relacionada a la disponibilidad de recursos.

Tabla 6: Especie de árboles que presentaron más de una madriguera

N° orden*	Especie	# Madrigueras
1	<i>Tipuana tipu</i>	4
18	<i>Fraxinus</i> spp.	3
11	<i>Ficus</i> sp.	2
12	<i>Tipuana tipu</i>	2
13	<i>Spathodea campanulata</i>	2

*N° orden: número de identificación asignado a cada árbol con madriguera(s) encontrado durante la evaluación

FUENTE: Elaboración propia

Variables de estructura de árboles con madriguera(s)

Las variables de estructura de los árboles con madriguera(s) analizadas fueron cinco: Diámetro del tronco a la altura de pecho, Altura total, Altura mínima de copa, Área de copa y Cobertura de copa. Los valores y sus principales parámetros se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Parámetros estadísticos de variables de estructura de árboles con madriguera

N=25	Promedio	Rango	Desv. Est	CV
	$\mu \pm \text{IC (95\%)}$		σ	
DAP (cm)	47.6 \pm 5.8	21.01 – 77.99	14.83	0.31
Alt. Total (m)	11.8 \pm 0.8	8.65 – 15.60	2.20	0.18
Alt. Min. Copa (m)	5.7 \pm 0.4	3.67 – 8.59	1.26	0.22
Área de Copa (m²)	94.2*	21.90 – 187.32	54.52	0.58
Cobertura de copa (%)	67.7 \pm 5.1	35.00 – 92.00	12.89	0.19

*Los datos no presentaron una distribución normal, por lo que no se considera el IC (95%).

FUENTE: Elaboración propia

Las variables de estructura que presentan menor variabilidad son Altura total, y Cobertura de copa. Mientras que la variable con los valores más dispersos es Área de copa.

Figura 13: Diámetro a la altura de pecho

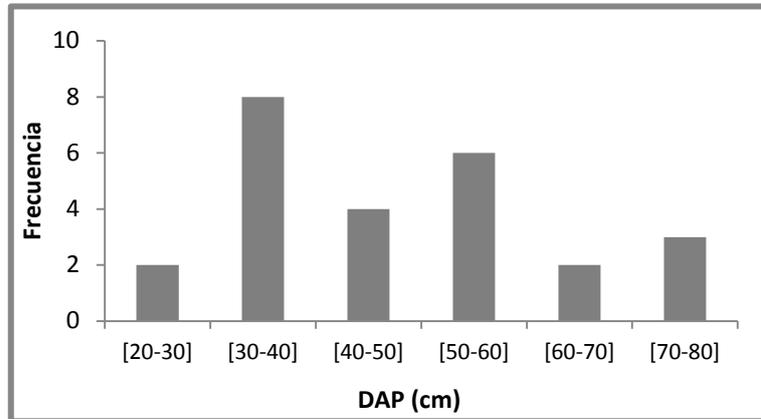


Figura 14: Altura total del árbol

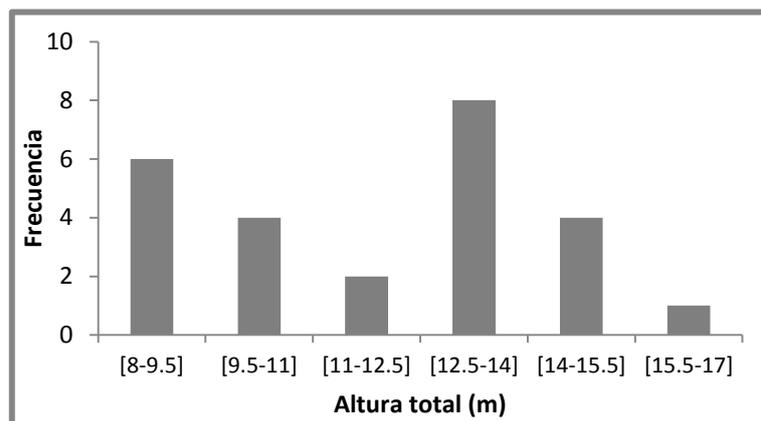
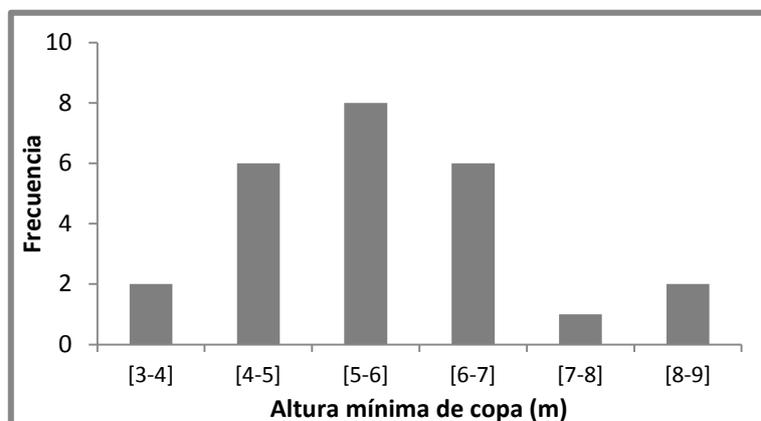


Figura 15: Altura mínima de copa



Además, tal como se muestra en la Tabla 7 y las Figuras 13, 14, 15 y 16, las clases más frecuentes son: 30 - 40 cm de DAP, 12.5 - 14 m de Altura total, 5 - 6 m de Altura mínima de copa, y 60 – 70 por ciento de Cobertura de copa. Mientras que la variable Área de copa presenta una distribución bimodal, con 20 - 50 y 140 - 160 m² como clases más comunes (Figura 16). Finalmente la mayor frecuencia en cobertura de copa fue de 60 – 70 por ciento (Figura 17).

Figura 16: Área de copa

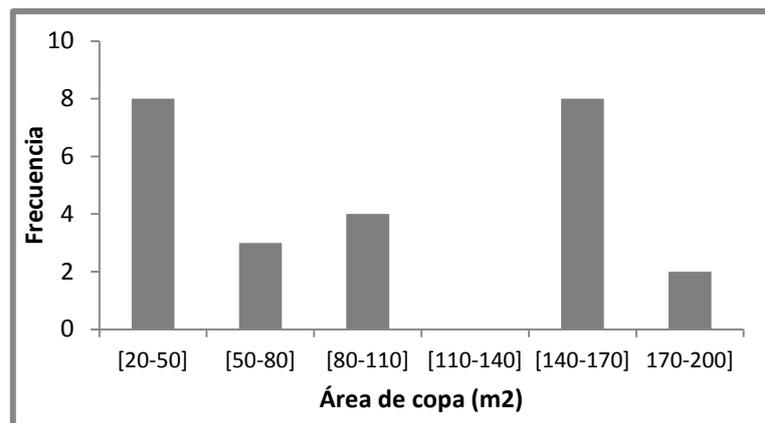
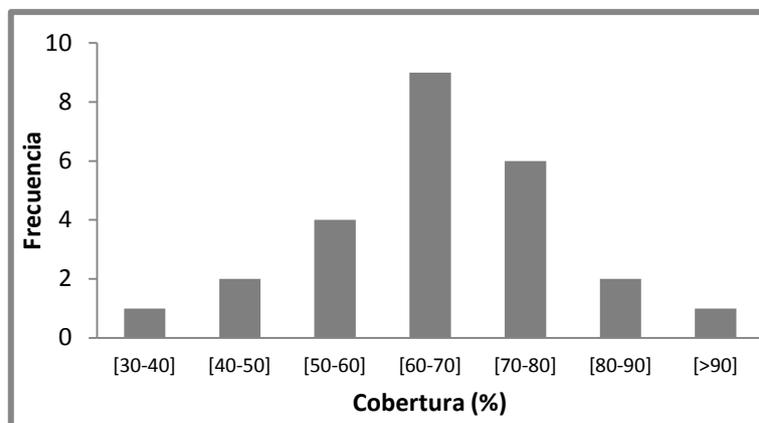


Figura 17: Cobertura de copa



Un análisis de los datos presentados (Tabla 7) muestra que las variables DAP y Área de copa presentan coeficientes de variación relativamente grandes. Dichos resultados podrían sugerir que se trata de variables poco importantes para la elección de determinado árbol, siguiendo la idea de que la menor variabilidad en las observaciones mostraría un rango específico buscado por la especie. Esto último constituye una hipótesis que necesitaría ser puesta a prueba en futuras investigaciones.

En general, la altura total de los árboles está relacionada con el DAP por lo que se esperaría que los coeficientes de variación no sean tan distintos, sin embargo, el hecho de que la altura total tenga un coeficiente de variación pequeño en comparación al DAP se puede deber al manejo de los árboles que muchas veces son podados alterando la relación altura-DAP. Por otro lado, la alta variabilidad de Área de copa, se debería a las diferencias de estructura de las diferentes especies, análisis que se explicará en párrafos posteriores.

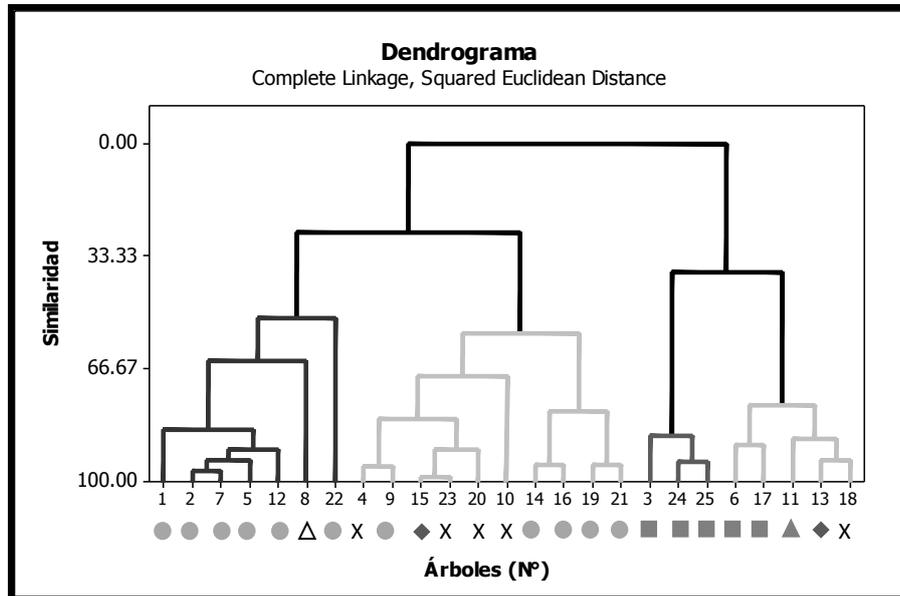
Análisis adicionales de caracterización de árboles con madriguera

Para determinar si existen algunas relaciones adicionales en cuanto a variables de estructura de los árboles con madriguera, se realizaron algunos análisis adicionales que se describen a continuación.

Un *análisis de las variables de estructura de los árboles utilizando el coeficiente de correlación de Pearson* arrojó una correlación positiva significativa entre un único par de variables (ANEXO 7). Dichas variables fueron DAP y Área de Copa; con un valor $\rho_P = 0.522$ (p-valor = 0.007). Sin embargo esta correlación no señala tendencia importante con relación a la ubicación de las madrigueras dado que DAP y Área de copa son variables que usualmente están correlacionadas. Por otro lado, correlaciones positivas que se esperarían como DAP-Altura total no se encontraron. Como ya se mencionó con anterioridad, esto se debe al manejo constante de los especímenes por medio de podas, bajo criterios estéticos y funcionales, que en general no preservan las proporciones naturales de estas variables.

Adicionalmente se realizó un análisis cluster con las mismas variables (Figura 1Figura 18), agrupándose los individuos en cuatro conglomerados. El primero está compuesto en su mayoría por individuos de tipa (excepto N° 8 que es un ceibo). El segundo es un grupo mixto compuesto en su mayoría de fresnos (*Fraxinus* sp.) y tipas (*Tipuana tipu*). En el tercer grupo solo se tiene eucaliptos. Y, finalmente, el cuarto grupo también es mixto (con eucaliptos, tulipán africano, ficus y fresno).

Figura 18: Dendrograma basado en las variables de estructura de los árboles con madrigueras



- *Tipuana tipu*: 1, 2, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 22
- *Eucaliptus camaldulensis*: 3, 6, 17, 24, 25
- X *Fraxinus* spp.: 4, 10, 18, 20, 23
- ◆ *Spathodea campanulata*: 13, 15
- ▲ *Ficus* sp.: 11
- △ *Ceiba insisgnis*: 8

Como se observa en la figura, los árboles pertenecientes a la especie *T. tipu* están divididos en dos grupos, los incluidos en el segundo grupo son árboles más jóvenes (DAP menor), y por esto existen algunas diferencias a nivel estructural. Los individuos de eucalipto (*E. camaldulensis*), también están separados en dos grupos y algunas de sus diferencias se podrían apreciar a simple vista, percibiéndose como diferencias en la “forma” de la copa. En cuanto a los fresnos (*F. excelsior*), estos parecen asemejarse a las tipas jóvenes, pero también existe una excepción. Para las otras especies, al tener muy pocos representantes no es posible notar las diferencias o similitudes que puedan tener dentro de los grupos.

Al agrupar de esta forma los árboles con madrigueras se podría comparar las variables de posición de la misma para determinar si existe alguna diferencia marcada según la estructura, y buscar relación entre la ubicación y la estructura del árbol. Los agrupamientos de este tipo son importantes porque resultan ser una alternativa a los agrupamientos por modelos de arquitectura de árboles (22 modelos reconocidos hasta el momento, Tomlinson 1987; Barthélémy y Caraglio 2007; Hallé 2010 - ANEXO 8) que en medio urbano no serían tan adecuados debido a que dicha arquitectura se ve alterada debido al manejo que se le da a los especímenes.

4.4 POSICIÓN DE LA MADRIGUERA EN EL ÁRBOL

La posición de las madriguera se caracterizó a partir de cuatro variables: Altura con respecto al suelo, Distancia al tronco (o eje del árbol), Distancia al borde de la copa, y Dirección cardinal.

De las 33 madrigueras encontradas, 27 se encontraron en las ramas de los árboles y seis pegadas al tronco principal o sobre una bifurcación del mismo. De las que se ubicaban en las ramas, ninguna se encontraba en la intersección de dos copas.

Tabla 8: Parámetros estadísticos de posición de madriguera en el árbol.

N = 33	Promedio	Rango	Desv. Est.	CV
	$\mu \pm \text{IC (95\%)}$		σ	
Altura (m)	9.1 \pm 0.93	4.7 – 14.9	2.71	0.29
Dist. al tronco (m)	2.6 \pm 0.61	0.0 – 6.3	1.79	0.69
Dist. al borde de la copa (m)	2.5 \pm 0.47	0.3 – 5.8	1.37	0.55

FUENTE: Elaboración propia

Los datos muestran una alta variabilidad de la posición horizontal de la madriguera dentro de la copa (Distancia al tronco y Distancia al borde de la copa). Mientras que la altura a la que se encuentra presenta una variabilidad mucho menor, a pesar de mostrar un rango de valores amplio.

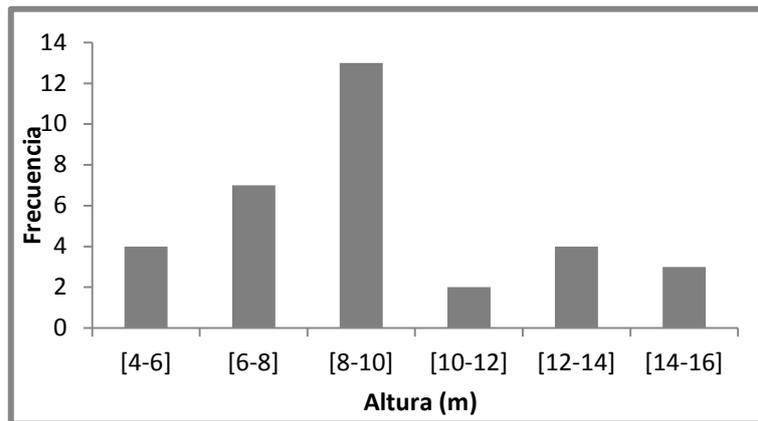
Aunque en esta ocasión no se encontraron madrigueras en la intersección de dos copas, sí se ha observado con anterioridad su ocurrencia en el campus de la PUCP, en un área en particular donde existe una hilera de árboles plantados muy cerca uno de otro. Parece ser que la ocurrencia de ello es baja, similar a *S. vulgaris* en Rusia para quienes en una ocasión se reportaron solo 7 de 113 madrigueras con esta posición (Raspopov e Isakov 1980).

El hecho de que los datos muestren alta variabilidad la posición horizontal dentro de la copa indicaría que dichas variables no son determinantes en la elección de la posición de la madriguera. Por otro lado, la variable Altura tiene un coeficiente de variación mucho menor en comparación a las otras dos variables, lo que sugiere que la elección de la posición de la madriguera con respecto a esta variable es importante.

Altura de la madriguera respecto al suelo

La altura de las madrigueras en promedio fue de 9.13 m ($\sigma = 2.71$). Ninguna madriguera se encontraba por debajo de los 4.5 m y como valor máximo se encontró 14.9 m. La mayoría de las observaciones (60.6 por ciento) se sitúan en el rango de 7 a 11 metros y el resto están distribuidas en los otros rangos de clase de manera más o menos uniforme (Figura 19).

Figura 19: Altura de madriguera respecto al suelo

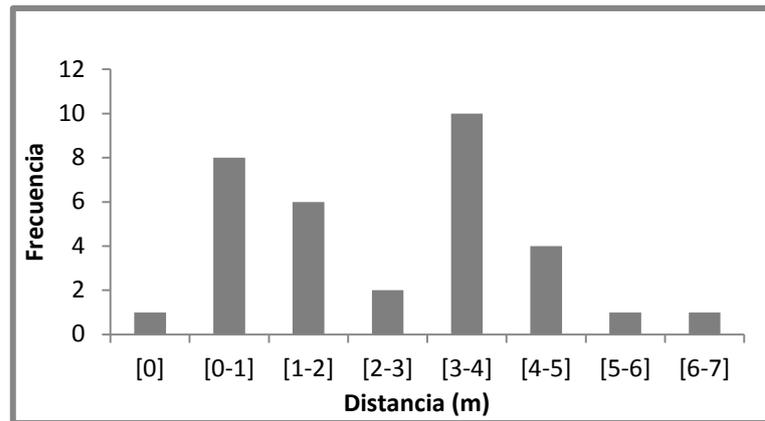


Diversos autores han señalado que la altura de la madriguera depende de la altura del árbol que la sostiene (Brown y McGuire 1975, Tittensor 1970, Williams 2011); y se han reportado diferencias de acuerdo a la especie de ardilla cuando estas se presentan en simpatria (Edwards y Guynn 1995). Pero en general, de acuerdo a lo reportado, el rango de altura es similar para varias especies, raramente por debajo de 3 metros y a veces alcanzando hasta 25 metros (Middleton 1931; Allen 1943; Baumgartner 1943; Layne 1954; citados por Tittensor 1970; también ver Tabla 9). Por lo tanto, los valores encontrados para *S. stramineus* se encuentran dentro de lo común para especies del mismo género.

Distancia de la madriguera al eje del árbol y al borde de la copa

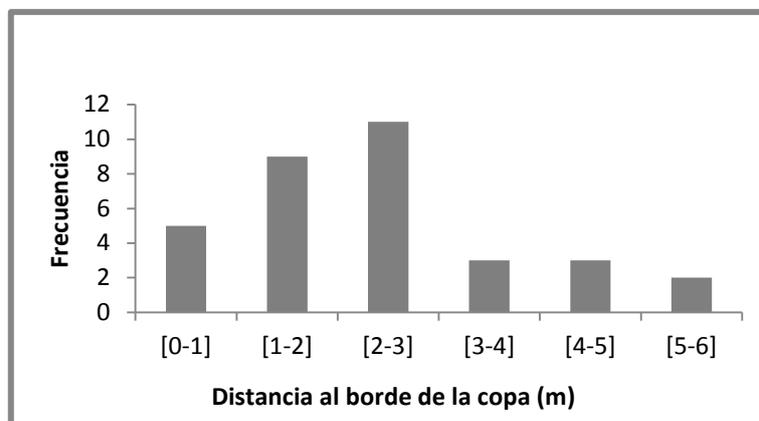
Ambas variables presentan gran dispersión en comparación a la variable altura (Tabla 8). La posición de la madriguera varía tanto respecto al tronco, como al borde de la copa, presentándose tanto sobre el mismo tronco como casi al borde, aunque en ningún caso expuesta por fuera de la copa.

Figura 20: Distancia de la madriguera al tronco principal



La variable Distancia de la madriguera al tronco principal (Figura 20) presenta una distribución bimodal, 1 y 4 metros, mientras que los valores menos frecuentes son los valores extremos. Un caso diferente es el de la Distancia de la madriguera al borde de la copa (Figura 21), que presenta mayor frecuencia de ocurrencia en los valores más pequeños, es decir, los más cercanos al borde de la copa; mientras que los valores mayores presentan mucha menor frecuencia.

Figura 21: Distancia de la madriguera al borde de la copa



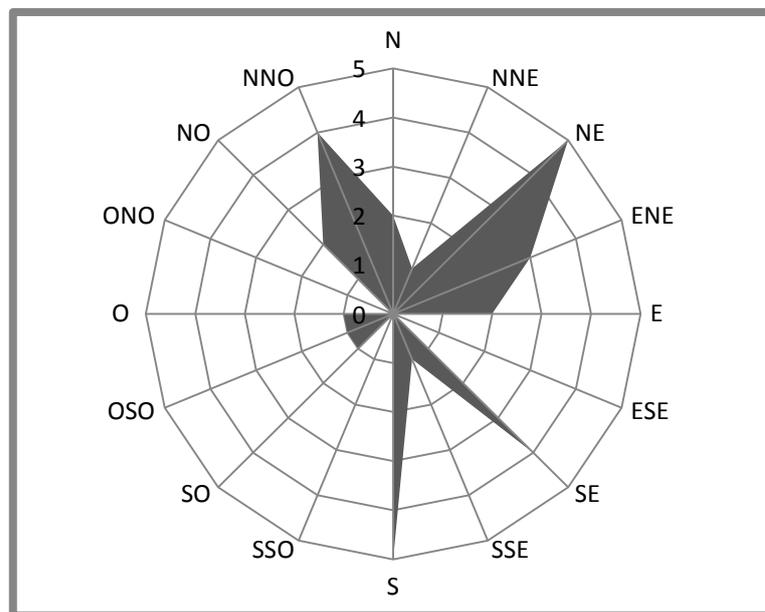
Los valores encontrados para estas dos variables estuvieron dentro de los rangos de 0 a 6.3, y de 0.3 a 5.8 metros, respectivamente. Dichos rangos son bastante amplios y sugieren que las variables no son de gran importancia en selección del sitio para la construcción de la madriguera. Es de esperar que estos valores dependan del diámetro y de la forma de la copa, pero la bibliografía al respecto es muy escasa. Por ejemplo, Williams (2011) reportó para *S. carolinensis*, en un bosque mixto, que la posición de las madrigueras iba desde el tronco principal hasta los extremos de las ramas, sin preferencia aparente alguna; mientras

que Edelman y Koprowski (2005) encontraron para *S. alberti*, en un bosque mixto de coníferas, que la gran mayoría de madrigueras estaban construidas junto al tronco principal. Algunos otros reportes se pueden ver en la Tabla 9, pero la mayoría resultan muy generales, señalando en muchos casos que las madrigueras se encontraban junto al tronco principal, lo cual se debe a que están construidos en coníferas cuya estructura no facilita la construcción de madrigueras alejadas del eje. Sin embargo, en el caso de las especies presentes en el campus sería necesario realizar análisis adicionales para determinar si esta variable es influenciada por la estructura del árbol.

Orientación cardinal

A partir del análisis de la gráfica de frecuencias (Figura 22) se puede decir que la orientación cardinal muestra una distribución aleatoria. A pesar de que parece haber una tendencia a la construcción de las madrigueras orientadas hacia el lado este de la copa el bajo número de observaciones impide realizar un análisis estadístico.

Figura 22: Orientación cardinal de la madriguera respecto al tronco principal



La distribución aleatoria de esta variable contrasta notablemente con lo reportado en la bibliografía. En las especies del hemisferio norte, cuya distribución está más alejada del ecuador y donde la luz solar es importante para la termorregulación en algunas épocas del año, se han encontrado mayor frecuencia en orientaciones hacia el sur y este; y aunque la ubicación no está restringida para estas direcciones se explica debido a las mayores cantidades de radiación solar y los primeros rayos solares al amanecer, respectivamente.

Este es el caso de *S. alberti* en Colorado y Arizona (Tabla 9). Sin embargo no se trata de un comportamiento común para todas las latitudes, Ramos-Lara y Cervantes (2007) en un estudio llevado a cabo en Michoacán, México, con *S. aureogaster*, encontraron que los nidos estaban orientados aleatoriamente respecto al eje del árbol; lo mismo fue reportado por Cudworth y Koprowski (2011) para *S. arizonensis* en Arizona, EUA. Así, los resultados encontrados para *S. stramineus* en esta locación se deben a que el fotoperiodo, albedo y otras variables climáticas no varían en gran medida a lo largo del año en estas latitudes.

Para profundizar en este tema se puede considerar la orientación del ingreso de las madrigueras y no solo su ubicación en la copa. Pues en el caso de *Sciurus vulgaris* en Moscú, Rusia, se ha encontrado que construye sus madrigueras con la entrada en dirección al sur, sureste y este. Esto no estaría relacionado tanto con la radiación solar, sino más bien con la dirección de los vientos fríos del norte y noroeste (Raspopov e Isakov 1980). Esta variable relacionada puede adicionarse en estudios posteriores.

Tabla 9: Variables de posición de la madriguera en el árbol

Especie	N	Altura con respecto al suelo (m)	Distancia al eje del árbol (m)	Orientación cardinal	Referencia
<i>Sciurus alberti</i>	129	15.6±0.3 ^c	≈ 0 (mayoría)	Sur y este (62.1%)	Edelman y Koprowski 2005
<i>Sciurus alberti</i>	24	[7 – 20] ^a (10 – 15) ^f	≈ 0 (mayoría)	Sur y este (80%)	Snyder y Linhart 1994
<i>Sciurus alberti</i>	30	[5.0 – 14.0] ^a (9 – 11.9) ^f	-	Sur y sudeste (70%)	Farentinos 1972
<i>Sciurus arizonensis</i>	120 - 123	-	≈ 0 (59.2%) N=120	Aleatoria N=123	Cudworth y Koprowski 2011
<i>Sciurus aureogaster</i>	90	17.62 ± 5.45 ^d	-	Aleatoria	Ramos-Lara y Cervantes 2007
<i>Sciurus aureogaster</i>	90	17.62 ± 5.45 ^d	1.48 ± 2.09 ^d	-	Ramos-Lara y Cervantes 2007
<i>Sciurus carolinensis</i>	81	10.2 ± 4.54 ^d	-	-	Edwards y Guynn 1995
<i>Sciurus carolinensis</i>	136	12.04 ^b	Variada	-	Williams 2011

Especie	N	Altura con respecto al suelo (m)	Distancia al eje del árbol (m)	Orientación cardinal	Referencia
<i>Sciurus niger</i>	212	15.1 ± 4.47 ^d	-	-	Edwards y Guynn 1995
<i>Sciurus vulgaris</i>	97 - 148	[4.6 – 20] ^a (10.7 – 12.1) ^f N= 97	≈ 0 (98%) N=148	-	Tittensor 1970
<i>Sciurus vulgaris</i>	-	[4 – 18] ^a	-	-	Shorten 1962, citado por Tittensor
<i>Sciurus vulgaris</i>	-	[3.5 – 20] ^a	-	-	Ognev 1940, citado por Tittensor
<i>Sciurus vulgaris</i>	116 - 125	(5 – 15) ^f N=125	≈ 0 (90.4%) N=125	Sur, sudeste y este (88.8%) N=116	Raspopov e Isakov 1980
<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>	232	[2.7 – 15.2] ^a 7.8 ± 0.3 ^e	-	-	Valhe y Patton 1983

a: rango; b: media; c: media ± SE d: promedio ± SD; e: promedio ± 2*SE; f: clase más común

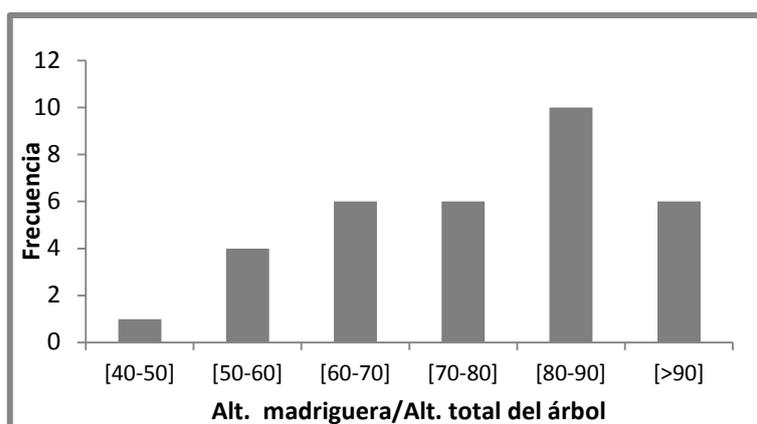
FUENTE: Elaboración propia en base a las publicaciones citadas en la columna 'Referencia'

Análisis adicionales de posición de la madriguera en el árbol

Con la finalidad de determinar si la posición de la madriguera estaba influenciada por alguna de las variables evaluadas del árbol que la sostiene se realizaron algunos análisis adicionales que se detallan a continuación.

A partir de un análisis de *correlación de Pearson* entre las variables *Altura total del árbol* y *la Altura* de la madriguera con respecto al suelo (ANEXO 7), se encontró una correlación positiva de $\rho_P = 0.679$ (p -valor < 0.01). Este hallazgo coincide con lo encontrado para la especie *Sciurus aeurogaster*, por Brown y McGuire (1975) y Ramos-Lara y Cervantes (2007), en áreas donde la especie fue introducida y donde es especie nativa, respectivamente.

Figura 23: Proporción Altura de madriguera/Altura total del árbol



Un análisis más detallado de la proporción Altura de madriguera/Altura total de árbol muestra un promedio de 0.77 ($\sigma = 0.14$; rango [0.45 – 0.97]), y una mayor frecuencia de valores entre 0.8 y 0.9 (Figura 23). Estos resultados son similares a lo reportado para *S. alberti* en diferentes estudios que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Valores de proporción Altura de la madriguera/Altura total del árbol reportados en estudios anteriores

Especie	Proporción Altura madriguera / Altura total de árbol	Referencia
<i>Sciurus alberti</i>	(0.70-0.79) ^f	Farentinos 1972
	0.75 ^b	Edelman y Koproiwaki 2005
	0.68 ± 0.04 ^c	Snyder y Linhart 1994
	0.72 ± 0.11 ^d	Halloran y Bekkof 1994

b: media; c: media ± SE d: media ± SD; f: clase más común

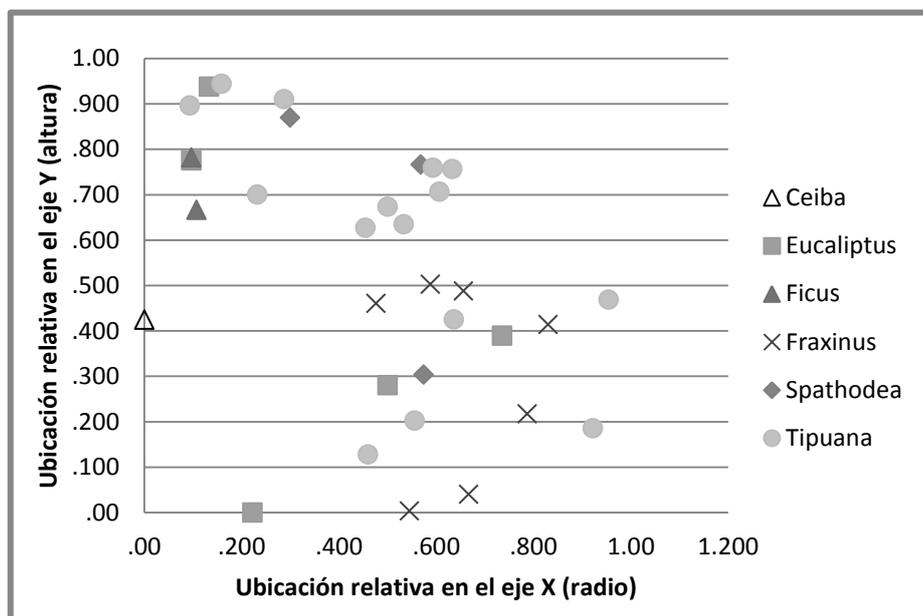
FUENTE: Elaboración propia en base a las publicaciones citadas en la columna ‘Referencia’

Un análisis de correlación entre *Altura mínima de copa* y *Altura de madriguera* arrojó una correlación moderada ($\rho_P = 0.546$, p-valor = 0.001). Mientras en el caso de *Altura total del árbol* y *Distancia de la madriguera al eje del árbol*, resultaron variables no correlacionadas ($\rho_P = -0.062$, p-valor = 0.732).

Adicionalmente se realizó una prueba de bondad de ajuste con la variable *Altura de la madriguera en la copa del árbol para una distribución uniforme*; mostrando que el número

de madrigueras fue similar en la parte alta (n=14), media (n=10) y baja (n=9; $X^2 = 1.27$, g.l. = 2, $p = 0.529$) de la copa del árbol. Un resultado similar fue reportado por Ramos-Lara y Cervantes (2007) para *S. aureogaster*, sin embargo para otras especies como *S. alberti* y *S. arizonensis* se han reportado mayores frecuencias en el tercio más alto de la copa del árbol (Borwn y Macguire 1975; Halloran y Bekkof 1994; Cudworth y Koprowski 2011). Serían necesarios mayores estudios para determinar cuál es el comportamiento típico de la especie en cuanto a este aspecto, pero en lo que respecta a las madrigueras encontradas dentro del campus de la PUCP en este periodo no se ha encontrado diferencia en cuanto a la frecuencia en los tres sectores de altura en la copa del árbol.

Figura 24: Posición relativa de las madrigueras en la copa del árbol



Se analizó también la *posición relativa de la madriguera en la copa del árbol*. Una representación gráfica de ello se puede apreciar en la Figura 24. En dicha representación no se ha tomado en cuenta la orientación cardinal por presentar un comportamiento aleatorio, convirtiendo el grafico en una figura bidimensional. En él se puede ver como las posiciones de las madrigueras se ordenan en el área de lo que podría ser el perfil de la copa de un árbol promedio (con el eje Y como eje central con valores correspondientes a la altura entre Altura mínima de copa y Altura total del árbol, y X como posición horizontal de la madriguera respecto al eje central y el borde de la copa). Al estar representadas también las madrigueras según la especie que la sostiene, se puede ver algunas tendencias, como en el caso de las madrigueras en *Fraxinus*, que están ubicados de la mitad de la copa hacia abajo; mientras que para *Tipuana* hay un mayor número de madrigueras en la parte

superior. Estas tendencias son difíciles de analizar debido al reducido tamaño de la población en estudio, pero el gráfico en mención muestra de forma clara la posición relativa de las madrigueras en la copa del árbol.

Respecto a este último punto Cudwoth y Koprowski (2011) afirman que las partes más altas de los árboles y adyacentes al tronco proveen cobertura foliar densa, mayor estabilidad al nido y protección del viento y elementos. Sin embargo, las posiciones de las madrigueras encontradas en el presente estudio están distribuidas muy uniformemente en la copa del árbol (a excepción de la parte baja y media junto al tronco). Esta diferencia se puede deber a la arquitectura de las especies arbóreas predominantes en el campus de la PUCP, la misma que resulta muy diferente de las encontradas en Norteamérica que en su mayoría son coníferas.

Es necesario también analizar con más profundidad las características del entorno que puedan influenciar en la posición. Por ejemplo '*la teoría de la altura media*'⁹ que menciona Filliater *et al.* (1994, citado por Williams 2011) para aves, dice que éstas ubican sus nidos en alturas medias porque proveen de protección tanto de depredadores aéreos como terrestres. Dicha teoría podría aplicarse para la especie *S. stramineus* ya que, aunque en el medio urbano pocos son los depredadores terrestres, sí se ve amenazada por *Parabuteo unicinctus* que parece ser su depredador principal.

⁹ *The 'mid-height' hypothesis*

V. CONCLUSIONES

En base a los hallazgos del presente estudio, para la estación de otoño (meses de abril y mayo), en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú puede concluirse lo siguiente respecto a las madrigueras de la especie *Sciurus stramineus*:

1. Los sitios utilizados para la construcción de las madrigueras son en su mayoría zonas adyacentes a la vereda principal del campus. Dichas áreas son las que poseen los árboles más antiguos y por lo tanto los de mayor tamaño, además tratándose de una área urbana todas poseían edificaciones.
2. Las áreas donde se ubicaron las madrigueras tuvieron una densidad de árboles con $DAP \geq 20$ cm de 37.5 árboles/ha ($\sigma = 16.3$) en promedio y la cobertura de dosel entre 33 y 75 por ciento. Asimismo, en la mayoría de los casos existía presencia de edificaciones en un radio de 25 m que, en general, no ocupaban más del 35 por ciento de la superficie
3. Los árboles en los que se encontraron madrigueras pertenecían a seis géneros distintos, de ellos fueron tres los que agruparon el 81.8 por ciento de las madrigueras encontradas (*Tipuana*, *Fraxinus* y *Eucalipto*). Tenían en promedio 11.8 m ($\sigma = 2.2$) de altura, 94.2 m² ($\sigma = 54.5$) de área de copa y 67.7 por ciento ($\sigma = 12.9$) de cobertura. Además, en su condición de árboles ornamentales dentro de un área urbana están sujetos a intervenciones como podas o remociones, pero también son regados regularmente lo que los mantiene en buen estado general.
4. Las madrigueras se encontraban a una altura promedio de 9.1 m ($\sigma = 2.71$). Mientras que la posición de la misma en el árbol no siguió un comportamiento determinado en relación con la orientación cardinal, sí se encontró una posición relativa que en conjunto sigue la forma de la copa de los árboles en los que se encuentran. Además no se encontró una preferencia marcada por las partes altas y pegadas al tronco como en casos reportados para otras especies similares.

5. Las características más importantes para describir la ubicación de las madrigueras para cada una de las tres escalas analizadas son: (1) la cobertura de dosel en el área donde se ubica el árbol que sostiene la madriguera; (2) la especie, la altura y la cobertura de dicho árbol; y (3) la altura a la que se ubica la madriguera.

VI. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, y de observaciones realizadas a lo largo del trabajo de campo, se recomienda:

- Realizar un seguimiento a lo largo del año para confirmar la variación en las especies de árboles utilizadas para la construcción de madrigueras, e incluir variables tales como estado fenológico y productividad de árboles y arbustos que proveen alimentos a la especie.
- Realizar estudios específicos para demostrar la preferencia por rangos de valores determinados para características de estructura de los árboles, tales como altura, altura mínima de copa, cobertura de copa, y analizar si las variables de posición de la madriguera están influenciadas por la estructura del árbol que la sostiene.
- Analizar diversas variables de la madriguera como estructura, materiales, dimensiones y posición de la entrada, para determinar si siguen algún patrón relacionado con variables climáticas, tales como dirección de los vientos u horas de radiación directa.
- Ampliar los estudios en diferentes aspectos de la ecología y comportamiento de *Sciurus stramineus* en áreas urbanas para tener un conocimiento más completo que pueda servir de base para su manejo.
- Realizar este tipo de estudios en otras áreas donde se encuentre poblaciones de ardillas nuca blanca, tales como zoológicos, parques zonales y centros de esparcimiento privados; para propósitos de comparación con el presente estudio.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, DL. 1943. Michigan fox squirrel management. Publication 100. Game Division, Lansing, Michigan.
- Babińska-Werka, J; Żółw, M. 2008. Urban populations of the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Warsaw. *Ann. Zool. Fennici*. 45: 270–276.
- Barthélémy, D; Caraglio, Y. 2007. Plant architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. *Annals of Botany* 99:375-407.
- Baumgartner, LL. 1943. Fox squirrels in Ohio. *Journal of Wildlife Management*. 7:193-202.
- Benson, JF; Lotz, MA; Jansen, D. 2008. Natal den selection by Florida panthers. *The Journal of Wildlife Management* 72:405-410.
- Brown, JG; Twigg, GI. 1965. Some observations on gray squirrel dreys on an area of mixed woodland in Surrey. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 144(1): 131–134.
- Brown, LN; Mcguire, RJ. 1975. Field Ecology of the Exotic Mexican Red-Bellied Squirrel in Florida. *American Society of Mammalogists*, 56(2):405–419.
- Bruemmer, C; Lurz, P; Larsen, K, Gurnell, J. 2000. Impacts and Management of the Alien Eastern Gray Squirrel in Great Britain and Italy: Lessons for British Columbia. In Darling, LM (ed.). *Proceedings of a Conference on the Biology and Management of Species and Habitats at Risk*, Kamloops, B.C., CA. Volume One. p. 15 – 19.
- Cáceres K, Carrera J. 2008. Disposición espacial de los nidos de *Sciurus stramineus* “Ardilla de nuca blanca” y densidad poblacional en el campus de la

Universidad Nacional de Piura. Presentado en: Congreso de la Sociedad Peruana de Mastozoología (1, 2008. Cusco, Perú).

- Chamberlain, PA; Caroline, M; Wright, WA. 1981. Urban Vertebrate Pest Management: A Practical Approach. Great Plains Wildlife Damage Control (en línea). University of Nebraska – Lincoln. 78–95. Consultado 2 abr. 2013. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/gpwcwp/114>
- Clark, L; Ricklefs, RE; Schreiber, RW. 1983. Nest-site selection by the red-tailed tropicbird. *Auk* 100:953-959.
- Cossios, ED. 2010. *Lycalopex sechurae* (Carnivora: Canidae). *Mammalian Species*. 42(848): 1–6.
- Cudworth, NL; Koprowski, JL . 2011. Importance of scale in nest-site selection by Arizona gray squirrels. *The Journal of Wildlife Management*. 75(7): 1668–1674.
- Edelman, AJ; Koprowski, JL. 2005. Selection of drey sites by Abert's squirrels in an introduced population. *Journal of Mammalogy*. 86:1220-1226.
- Edelman, AJ; Koprowski, JL.; Bertelsen, SR. 2009. Potential for Nest Site Competition Between Native and Exotic Tree Squirrels. *Journal of Mammalogy*, 90(1), 167–174.
- Edwards, JW; Guynn, DC. 1995. Nest characteristics of sympatric populations of fox and gray squirrels. *The Journal of Wildlife Management*, 59(1):103–110.
- Eisenberg, JF; Redford, KH. 1999. *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. The University of Chicago Press. 609 p.
- Emmons, LH; Feer, F. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Second Edition. Chicago, The University of Chicago Press. 307 p.
- Erdmann, W; Schulz N; Richter, M; Rodríguez, EF. 2008. Efectos del fenómeno del Niño 1997-1998 en la vegetación del desierto de Sechura, Región Paita hasta el año 2008. *Arnaldoa*. 15(1): 63–86.

- Filliater, TS; Breitwisch, R; Nealen PM. 1994. Predation on Northern Cardinal nests: Does choice of nest site matter? *The Condor* 96:761-768.
- Flyger, VF. 1970. Urban gray squirrels: problems, management, and comparisons with forest populations. *Trans. Northeast Fish Wildl. Conf.* 27:107–113.
- García, S; Landeo, S; Lajo RL. 2012. Selección de especies arbóreas para anidamiento y densidad de nidos por parte de *Sciurus stramineus* en San Isidro, Lima. Presentado en: Congreso de la Sociedad Peruana de Mastozoología (3, 2012, Piura, Perú).
- Garnham, PCC. 1949. Distribution of wild-rodent plague. *Bulletin of the World Health Organization* 2:271–278.
- Gómez, CK. 2011. Densidad poblacional de *Sciurus stramineus*, ardilla gris de nuca blanca en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, Marzo 2009 – Junio 2010. Tesis Lic. Biol. Lambayeque, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad nacional “Pedro Ruiz Gallo”. 62 p.
- Goodall, JM. 1962. Nest building behavior in the free ranging chimpanzee. *Annals of the New York Academy of Sciences* 102:455-467.
- Gurnell, J. 1985. Home range, territoriality, caching behavior and food supply of the red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus fremonti*) in a subalpine pine forest. *Animal Behaviour*, 32:1119-1131
- _____. 1987. *The Natural History of Tree Squirrels*. Facts on File Inc. New York, NY, USA.
- Hallé F. 2010. Arquitectura de los árboles. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45(3-4):405-418.
- Halloran ME; Bekoff, M. 1994. Nesting-behavior of Albert squirrels (*Sciurus alberti*). *Ethology*, (97):236–248.
- Hamilton, JC; Johnson, RJ; Case, RM; Riley, MW; Stroup, WW. 1987. Fox squirrels cause power outages: an urban wildlife problem. *Third Eastern Wildlife*

Damage Control Conference (en línea). Nebraska, USA. Consultado 2 abr. 2013. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/ewdcc3/20>

- _____; Johnson, RJ; Case, RM; Riley, MW. 1989. Assessment of squirrel-caused power outages. Vertebrate pest control and management materials. 6:34-40. Ed. KA Fagerstone; RD Curnow. Philadelphia: American Society for testing Materials. 75 p.
- Hutton, KA., Koprowski, JL., Greer, VL, Alanen, MI, Schauffert, CA., & Young, PJ. 2003. Use of Mixed-conifer and spruce-fir Forests by an introduced population of Abert's squirrels (*Sciurus aberti*). The Southwestern Naturalist, 48(2): 257–260.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 2001. Plan maestro del Parque Nacional Cerros de amotape 2001-2006. Tumbes. s.p.
- Jackson, JJ. 1994. Tree Squirrels. In The Handbook: Prevention and Control of Wildlife Damage (en línea). Nebraska, US. s.p. Consultado 2 abr. 2013. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/icwdmhandbook/10>
- Jessen, RR; Merrick, MJ; Koprowski, JL; Ramirez, O. 2010. Presence of Guayaquil squirrels on the central coast of Peru: an apparent introduction. Mammalia, 74(4):443-444.
- _____. 2013. Behavior and ecology of neotropical tree squirrels in seasonally flooded forests in the peruvian amazon. M.Sc. The University of Arizona. 111 p.
- _____; Palmer, GH; Koprowski JL. 2013. Maternity nest of an Amazonian red squirrel in a bromeliad. Mastozoología Neotropical 20(1):159-161.
- Jordan, K. 1950. Notes on a collection fleas from Perú. Bulletin of the World Health Organization 2:597–609.
- Koprowski, JL; Nandini, R. 2008. Global hotspots and knowledge gaps for tree and flying squirrels. Current Science. 95(7):851–856.
- Laidler, K. 1980. Squirrels in Britain. David and Charles, London, UK, 156 p.

- Lajo, RL; Landeo S. 2012. Algunos aspectos de *Sciurus stramineus* en la ciudad de Lima, primeros reportes. Presentado en: Congreso de la Sociedad Peruana de Mastozoología (3, 2012. Piura, Perú).
- Layne, JN. 1954. The biology of the red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus loquax* (Bangs) in central New York. Ecological Monograph 24: 227–267.
- Long JL. 2003. Introduced Mammals of the World: their history, distribution and influence. Australia, Sciro Pubushing. 599 p.
- Macchiavello, A. 1957. Estudios sobre peste selvática en América del Sur II. Peste selvática en la región fronteriza de Perú y Ecuador: 2. El foco de peste selvática del Distrito de Lancones, Departamento de Piura, Perú. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. 43:225–250.
- Mercer, JM; Roth, VL. 2003. The effects of Cenozoic global change on squirrel phylogeny. New York, Science. 299:1568-72.
- Merrick, MJ; Bertelsen, SR; Koprowski, JL. 2007. Characteristics of Mount Graham Red Squirrel Nest Sites in a Mixed Conifer Forest. Journal of Wildlife Management, 71(6):1958–1963.
- _____; Koprowski, JL; Gwinn, RN. 2012. *Sciurus stramineus* (Rodentia: Scuridae). Mammalian Species. 44(1): 44–50.
- Middleton, AD. 1931. The grey squirrel. London: Sidgwick & Jackson.
- Montes, D. 2009. Frecuencia de infección por *Leptospira* sp. en ardillas nuca blanca (*Sciurus stramineus*) silvestres en el Patronato del Parque de las Leyendas “Felipe Benavides Barreda”. Tesis M.V. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- _____; Rivera, H; Ramirez, M; Rios, P; Angulo, C; Muñoz, K. 2011. Frecuencia de infección por *Leptospira* sp. en ardillas nuca blanca (*Sciurus stramineus*) silvestres en un zoológico de la ciudad de Lima. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 22(1):66-71.

- Need, JT; Dale, WE; Keirans, JE; Dasch, GA. 1991. Annotated list of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) reported in Peru: distribution, hosts, and bibliography. *Journal of Medical Entomology*. 28:590–597.
- Oshida, T; Arslan A; Noda, M. 2009. Phylogenetic relationships among the Old World *Sciurus* squirrels. *Folia Zool.*, 58(1): 14–25.
- Pacheco, V; Cadenillas, R; Salas, E; Tello, C; Zeballos, H. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*. 16:5–32.
- Palmer, GH; Koprowski, JL. 2007. Tree squirrels as invasive species: conservation and management implications. In GW Witmer; WC Pitt; KA Fagerstone (eds.). *Managing vertebrate invasive species: Proceedings of an International Symposium*. Colorado, US. p. 273-282.
- Parker, TS; Nilon, CH. 2008. Gray squirrel density, habitat suitability, and behavior in urban parks. *Urban Ecosyst*. 11(3):243–255.
- Pollitzer, R. 1952. Plague studies 6. Hosts of infection. *Bulletin of the World Health Organization* 6:381–465.
- Pulido, V; Yockteng, C. 1986. Estimado de la población de ardilla nuca blanca a través del método de conteo por indicios en el coto de caza “El Angolo”. Lima, UNALM – Escuela de Graduados, Conservación de recursos forestales.
- Pulliainen, E. 1973. Winter ecology of the red squirrel (*Sciurus vulgaris* L.) in northeastern Lapland. *Annales Zoologici Fennici* 10:487–494.
- Ramos-Lara, N; FA Cervantes. 2007. Nest-site selection by the mexican red-bellied squirrel in Michoacan, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 88(2), 495–501.
- Raspopov, MP; Isakov, YA. 1980. Biology of the squirrel. *Biologiya Zaiste v i Belok i ikh Bolezni 1935*. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi. (Translated from Russian and published for the USDA Forest Service and the National Sci. Foundation, Wash. D.C.) TT 75- 52139. 56p.
- Ríos, JA. 1989. Análisis del habitat del Coto de caza El Angolo – Piura. Tesis M.Sc. Escuela de Post-Grado. Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Rotherham, ID; Boardman, S. 2006. Who says the public only love Red Squirrels?. *ECOS*. 27(1):28–35.
- Rothwell, R. 1979. Nest sites of red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*) in the Laramie range of southeastern Wyoming. *Journal of Mammalogy* 60:404–405
- Salsbury, C. M. 2008. Distribution patterns of *Sciurus niger* (eastern fox squirrel) leaf nests within woodlots across a suburban/urban landscape. *Northeastern Naturalist* 15:485–496.
- Sanderson, HR; Healy WM; Pack, JC; Jill, JD; Thomas, JW. 1976. Gray squirrel hábitat and nest tree preference. *Proceedings of Annual Conferences of the Southeastern Association Game and Fish Commission*. 29:609-616.
- SERNANP, 2010. Plan de uso turístico del Santuario Histórico Bosques de Pómac – Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP)/ACBT PROFONANPE/ProNaturaleza. Lima, Perú. 107 p.
- Shorten, M. 1951. Some aspects of the biology of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Great Britain. *Proceeding of the Zoological Society of London*, 121(2).
- _____. 1962. Red squirrels. In *Animals of Britain* 6: 1-24, Matthews. L. H. (Ed.) London: Sunday Times Book Publications.
- Snyder, MA; Linhart, YB. 1994. Nest-site selection by Abert’s squirrels: chemical characteristics of nest trees. *Journal of Mammalogy* 75:136–141.
- Soler, M; Carranza, J; Rivera, AC; Moreno, J; Carlos, J; José, J. 2001. Traducción al español de los términos ingleses más conflictivos utilizados en Etología, Ecología y Evolución. *Etología*. 9:43–46.
- Steele, MA; Koprowski, JL. 2001. North American tree squirrels. US, Smithsonian Books. 201 p.
- Steppan, SJ; Storz, BL; Hoffmann, RS. 2004. Nuclear DNA phylogeny of the squirrels (Mammalia: Rodentia) and the evolution of arboreality from c-myc and RAG1. *Molecular phylogenetics and evolution*. 30(3): 703-19.

- Suarez-Dávalos, V; Dangles, O; Villacis, AG; Grijalva MJ. 2010. Microdistribution of sylvatic triatomine populations in central-coastal Ecuador. *Journal of medical entomology*, 47(1): 80–8.
- Thorington, RW; Ferrel, KE. 2006. *Squirrels: The animal answer guide*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland .183 p.
- _____; Koprowski, JL; Steel, MA; Whatton, JF. 2012. *Squirrels of the world*. The Jhon Hopkins Unniversity Press. Baltimore, Maryland. 472 p.
- Tirira, DG. 2004. *Nombres de los Mamíferos del Ecuador*. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 5. Quito, Ediciones Murciélago Blanco y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. 262 p.
- _____. 2007. *Mamíferos del Ecuador. Guía de campo*. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito, Ediciones Murciélago Blanco. 576 p.
- Tittensor, A. 1970. Red squirrel dreys. *Hournal of Zoology*. 162(4):528-533.
- Tomlinson PB. 1987. Architecture of tropical plants. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 18:1-21.
- Vahle, JR; Patton, DR. 1983. Red squirrel cover requirements forests in mixed conifer forests. *Journal of Forestry*, 81(1): 14–16.
- Virchow, DR; Hygnstrom, SE; Hobbs, JM. 1999. *Tree Squirrels and Their Control*. Historical Material from University of Nebraska-Lincoln. 6 p.
- Warren, P; Tripler, C; Bolger, D; Faeth, S; Huntly, N; Lepczyk, C; Meyer, J; Parker, T; Shochat, E; Walker, J. 2006. Urban Food Webs: Predators, Prey, and the People Who Feed Them. *Bull. Econ. Soc. Am.*, 87: 387–393.
- Williams, E. 2011. *A comparison of eastern gray squirrel (*Sciurus carolinensis*) nesting behavior among habitats differing in anthropogenic disturbance*. M.Sc. Thesis. USA, Georgia Southern University.

- Wilson, DE; Cole, FR; Nichils, JD; Rudran, R; Foster, MS (eds.). 1996. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals (Biodiversity Handbook). Washington, Smithsonian Institution Press. 409 p.
- _____; Reeder, DM (eds.). 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Baltimore, The Johns Hopkins University Press. 2 v.
- Wood, DJA; Koprowski, JL; Lurz, PWW. 2007. Tree squirrel introduction: a theoretical approach with population viability analysis. *Journal of Mammalogy*. 88(5):1271–1279.
- Yanagawa, H. 2009. Traffic accidents involving the red squirrel and measures to prevent such accidents in Obihiro City, Hokkaido, Japan (en línea). Consultado 2 abr. 2013. Disponible en <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/85>
- SERPAR. 2012. Árboles de Lima. Walter H. Wust Ediciones SAC – Municipalidad Metropolitana de Lima. 169 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Especies utilizadas como alimento en el campus de la PUCP observadas durante los trabajos de campo 2012 -2013

Especie	Parte utilizada	Estación en la que se utiliza	Grado de utilización	Abundancia	Distribución de la especie
<i>Tipuana tipu</i>	Flor	Primavera - Verano	Alto	Abundante	Localizada
	Fruto	Verano - Otoño			
	Corteza	Todo el año			
<i>Carya sp.</i>	Flor	Otoño	Alto	Moderada	Localizada
	Fruto	Invierno - Primavera			
	Hojas tiernas	Primavera -Verano			
	Corteza	Invierno			
<i>Ceiba insignis</i>	Flor	Verano	Bajo	Moderada	Dispersa
	Hojas tiernas	Primavera - Verano			
	Corteza	Invierno			
<i>Ficus sp.</i>	Fruto	Verano	Bajo	Moderada	Localizada
<i>Melia azederach</i>	Fruto	Primavera	Medio	Escasa	Localizada
<i>Bahaina tomentosa</i>	Flor	Verano	Bajo	Escasa	Localizada
<i>Phoenix sp.</i>	Inflorescencia	Verano	Alto	Moderada	Dispersa
	Frutos	Otoño			
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Hojas	Todo el año	Medio	Moderada	Localizada
	Flores	Verano - Otoño			
<i>Inga edulis</i>	Fruto	Verano	Alto	Moderada	Localizada

<i>Juglans neotropica</i>	Fruto	Invierno - Primavera	Alto	Moderada	Localizada
<i>Spathodea campanulata</i>	Fruto	Verano	Medio	Escasa	Dispersa
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Fruto	Verano	Bajo	Escasa	Localizada
<i>Dypsis lutescens</i> ¹	Fruto	Verano	Bajo	Escasa	Localizada
<i>Morus nigra</i>	Frutos	Primavera	Medio	Escasa	Localizada
	Hojas	Todo el año			
<i>Prunus</i> sp.	Frutos	Otoño	Medio	Escasa	Localizada
<i>Pyrus malus</i>	Frutos	Otoño	Medio	Escasa	Localizada
<i>(Golopha sp.)</i> ²	(Larvas)	(Primavera)	(Alto)	(Moderada)	(Homogéneo)

¹ Antes *Crhysalidocarpus lutescens*

² Especie de escarabajo, incluido porque parece ser un recurso importante durante la temporada de primavera en el campus de la PUCP

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2

Especies vegetales utilizadas para la extracción de materiales para construcción de madrigueras en la ciudad de Lima

Especie	Parte(s) utilizada(s)
<i>Tipuana tipu</i>	Hojas
<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	Hojas Pequeñas ramas
<i>Fraxinus</i> spp.	Hojas Pequeñas ramas Racimos de semillas
<i>Ficus</i> sp.	Hojas Pequeñas ramas
<i>Casuarina</i> sp.	Hojas
<i>Eucaliptus globulus</i>	Hojas Pequeñas ramas
<i>Spathodea campanulata</i>	Hojas
<i>Inga edulis</i>	Hojas
<i>Schinus molle</i>	Hojas
<i>Cedrela odorata</i>	Hojas
<i>Ceiba</i> sp.	Hojas Fibras del fruto
<i>Melia azederach</i>	Hojas
<i>Caratonia</i> sp.	Hojas
<i>Harpullia</i> sp.	Hojas
<i>Acacia</i> sp.	Hojas
<i>Quercus</i> sp.	Hojas
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Hojas Pequeñas ramas
<i>Phoenix</i> sp.	Fibras

*En el caso del uso de Hojas puede ser toda la hoja una parte (lamina foliar, raquis en el caso de hojas compuestas, etc.)

FUENTE: Elaboración propia a partir de información de Lajo y Landeo (2012)

ANEXO 3
Ficha de colecta de datos

Fecha:		
Zona:	Árbol:	Nido:
Especie:		Fotos:
# arboles dentro del área:	# arb. ad. con madriguera:	
# arb. con comestible:	# arb. con materiales:	
Cobertura de dosel:	/ / /	/ / /
	/ / /	/ / /
	/ / /	/ / /
	/ / /	/ / /
	/ / /	/ / /
Circunf. tronco:	Alt. Total ÁRBOL	Alt. Obs:
	Dist:	Ang:
Area de copa: (d1 y d2)	Alt. Min. de copa	Alt. Obs:
	Dist:	Ang:
Cobertura de copa:	/	/
	/	/
	/	/
	/	/
	/	/
MADR. Dist. a tronco:	Altura de MADRIGUERA	Alt. Obs:
MADR. Dist. a borde de copa:	Dist:	Ang:
Orientación de la madriguera:		
Observaciones:		

ANEXO 5
Imagen satelital del área de estudio (2013)



FUENTE: Google Earth (2013)

**ANEXO 6:
Matriz original de datos**

N° orden: asignado en el presente estudio	ID: inventario Oficina de Mantenimiento PUCP	Madriguera	Var. de árbol						Var. de área					Var. de madriguera				Observaciones
			Especie	DAP	Alt. Total	Alt. Min. Copa	Area Copa	Cob. de copa	Cob. Dosel	Árboles	Árb. ad. c/mad	Árbo. c/alimento	Árboles c/mat	M Altura	M Dist. al tronco	M dist. borde de copa	M Orientación	
#	#	Tex	Tex	(cm)	(m)	(m)	(m2)	(%)	(%)	#	#	#	#	(m)	(m)	(m)	Tex	Tex
22	2658	I	<i>Tipuana tipu</i>	60.5	10.9	8.6	169.7	92.0	44.4	3	2	1	2	8.9	3.32	3.9	ENE	
23	416	I	<i>Fraxinus</i>	32.8	12.6	5.2	50.3	75.0	37.5	5	1	1	2	8.6	2	2.2	N	
24	3005	I	<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	29.9	15.6	7.4	60.1	60.0	60.0	14	1	0	0	10.6	3.34	1.2	S	
18	2652	I	<i>Fraxinus</i>	47.1	9.0	4.5	53.5	50.0	42.1	5	2	2	2	4.7	4	2	NNE	
18	2652	II												6.7	3.25	1.7	NE	
18	2652	III												6.4	4.4	0.9	NE	
19	2661	I	<i>Tipuana tipu</i>	57.3	9.5	4.4	180.3	75.0	55.6	3	1	1	1	8.2	5	2.9	NNO	
20	369	I	<i>Fraxinus</i>	45.2	14.6	4.5	84.7	70.0	53.3	7	0	2	2	9.6	4	2.8	NNO	
21	2654	I	<i>Tipuana tipu</i>	43.0	8.6	4.5	148.5	80.0	33.3	5	1	1	1	7.4	4.47	2.9	SE	
1	2456	I	<i>Tipuana tipu</i>	58.6	15.4	6.5	140.6	35.0	65.0	10	1	5	5	12.7	1.3	4.3	S	
1	2456	II												14.9	1	5.3	NNO	
1	2456	III												14.6	1.55	3.85	NO	
1	2456	IV												13.2	3.8	2.6	ENE	
2	2339	I	<i>Tipuana tipu</i>	71.6	12.1	5.3	143.0	65.0	45.0	6	1	3	3	6.5	5.9	0.5	NNO	
3	2145	I	<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	52.2	13.9	8.4	44.0	70.0	50.0	10	2	5	4	12.7	0.3	2.8	S	copa irregular

10	2058	I	<i>Fraxinus</i>	32.1	10.8	6.3	45.2	90.0	35.7	6	0	0	0	6.4	3	2.5	NE	
11	2527	I	<i>Ficus</i>	21.0	10.2	5.3	30.6	55.0	47.4	10	1	6	5	9.1	0.3	2.8	N	
11	2527	II												8.5	0.3	2.5	E	
12	2536	I	<i>Tipuana tipu</i>	64.9	13.2	4.7	187.3	65.0	55.0	5	1	6	5	10.0	3.5	4.2	S	
12	2536	II												10.4	4	4	NE	
25	3004	I	<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	36.9	14.7	6.7	21.9	70.0	64.0	14	1	0	0	14.2	0.2	1.3	SE	
13	165	I	<i>Spathodea campanulata</i>	38.5	10.3	5.7	27.3	45.0	58.8	7	2	5	5	9.2	1.45	1.1	S	escaso follaje
13	165	II												9.7	0.6	1.4	NE	
14	164	I	<i>Tipuana tipu</i>	42.3	13.1	5.6	141.0	75.0	58.8	8	3	6	6	12.3	0.6	5.8	SE	presencia de restos de corteza en la base
15	158	I	<i>Spathodea campanulata</i>	31.2	12.7	4.7	27.0	70.6	47.1	7	2	4	4	7.1	1.28	0.95	ENE	
16	157	I	<i>Tipuana tipu</i>	38.5	11.0	6.0	160.6	70	45.0	7	1	3	3	9.2	3.2	2.8	NO	
17	2539	I	<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	36.9	9.2	6.2	47.2	55	50.0	3	1	1	1	5.5	0.3	1.05	SE	copa irregular
4	s/n	I	<i>Fraxinus</i>	50.9	12.6	3.7	84.9	70	60.0	10	2	5	3	5.6	3.7	1	SO	
5	2138	I	<i>Tipuana tipu</i>	58.6	12.6	6.5	146.2	70	50.0	13	2	6	6	9.2	4.9	2.8	OSO	
6	1620	I	<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	0.3	8.6	5.4	92.7	35	33.3	10	0	6	6	7.4	1.5	1.5	E	copa irregular
7	810	I	<i>Tipuana tipu</i>	0.7	14.1	6.0	142.6	75	40.0	5	0	3	3	9.1	6.3	0.3	O	restos de semillas en la base
8	1595	I	<i>Ceiba insignis</i>	0.8	13.3	7.0	39.0	65	75.0	4	1	1	1	9.4	0	4.3	X	madriguera encima del tronco principal
9	1551	I	<i>Tipuana tipu</i>	0.6	8.4	3.8	87.4	85	64.3	7	1	1	1	5.6	2.25	1.8	SSE	

ANEXO 7

Resultados de análisis adicionales

A. ANÁLISIS ADICIONALES DE VARIABLES DE ÁREAS CIRCUNDANTES A LOS ÁRBOLES CON MADRIGUERA(S)

Áreas seleccionadas para analizar la relación (N = 10): 1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 22, 24.

Matriz de correlación por rangos de Spearman de variables de Caracterización de áreas.

	DEN	AAM	APC	AMT	COB
AAM	0. ff109				
APC	0.312	0.027			
AMT	0.282	0.018	0.988		
COB	0.476	0.630	0.000	-0.052	
ACT	0.406	0.167	-0.379	-0.400	0.082

DEN: densidad
AAM: Árboles adicionales con madriguera(s)
APC: Árboles con partes comestibles
AMT: Árboles con materiales para la construcción de madrigueras
COB: Cobertura
ACT: Ratio área construida-área total

Dendrograma obtenido a partir de todas las variables de caracterización de áreas

*Se consideran todas las observaciones, y se omite la variable Árboles adicionales con madriguera

den: Densidad
arb-com: Árboles con partes comestibles
arb-mat: Árboles con materiales
cob: Cobertura
cons-tot: Proporción Area edificada - Area total

Cluster Analysis of Observations: den, arb-com, arb-mat, cob, cons-tot

Standardized Variables, Squared Euclidean Distance, Complete Linkage Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	24	99.5886	0.1596	24 25	24	2
2	23	99.2023	0.3095	2 7	2	2
3	22	98.3903	0.6246	21 23	21	2
4	21	98.1632	0.7128	2 18	2	3
5	20	97.4949	0.9721	2 16	2	4
6	19	97.4913	0.9735	13 14	13	2
7	18	97.1656	1.0999	3 4	3	2
8	17	96.8062	1.2393	12 13	12	3
9	16	95.9224	1.5823	10 21	10	3
10	15	95.7106	1.6644	19 22	19	2
11	14	94.7872	2.0228	5 11	5	2
12	13	94.7151	2.0508	17 20	17	2
13	12	94.6657	2.0699	8 9	8	2
14	11	94.4034	2.1717	1 3	1	3
15	10	91.9491	3.1241	12 15	12	4

16	9	89.2806	4.1595	1	5	1	5
17	8	88.5960	4.4252	17	19	17	4
18	7	85.7116	5.5445	10	17	10	7
19	6	80.2218	7.6747	6	12	6	5
20	5	79.4451	7.9761	2	10	2	11
21	4	70.8212	11.3225	1	6	1	10
22	3	58.0952	16.2607	8	24	8	4
23	2	33.3130	25.8772	1	2	1	21
24	1	0.0000	38.8039	1	8	1	25

Final Partition

Number of clusters: 5

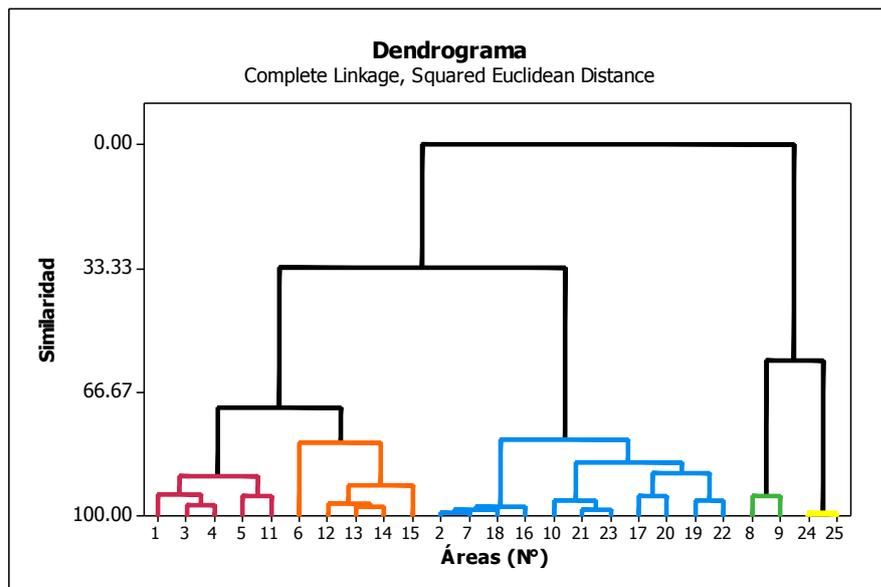
	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	5	4.8382	0.96458	1.15349
Cluster2	11	16.6292	1.17953	1.57343
Cluster3	5	7.0469	1.12333	1.88993
Cluster4	2	1.0350	0.71936	0.71936
Cluster5	2	0.0798	0.19978	0.19978

Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5	Grand centroid
den	0.99115	-0.722590	0.01204	-0.56904	2.03530	0.0000000
arb-com	1.09596	-0.594530	1.09596	-0.88036	-1.32953	0.0000000
arb-mat	0.88295	-0.512621	1.18395	-0.92308	-1.42476	0.0000000
cob	0.33071	-0.641371	-0.01837	1.71784	1.02887	0.0000000
cons-tot	-0.96018	-0.167478	0.14186	2.39478	0.57215	0.0000000

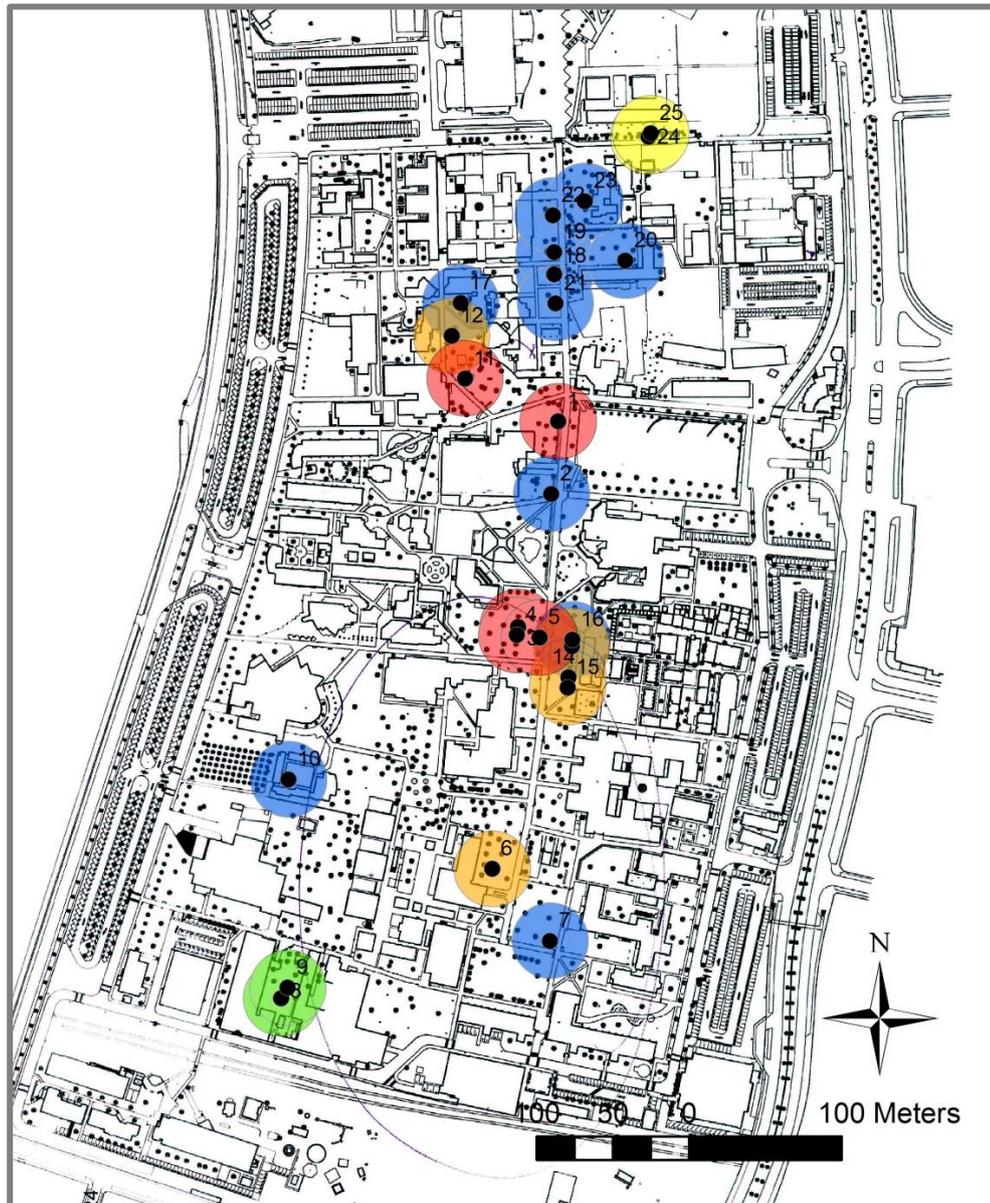
Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Cluster5
Cluster1	0.00000	3.05215	1.54455	4.77302	3.89027
Cluster2	3.05215	0.00000	2.59993	3.52205	3.50926
Cluster3	1.54455	2.59993	0.00000	4.09551	4.25015
Cluster4	4.77302	3.52205	4.09551	0.00000	3.32155
Cluster5	3.89027	3.50926	4.25015	3.32155	0.00000



A partir del análisis se puede observar cinco grupos de áreas. Este arreglo muestra áreas que aunque están muy próximas entre sí o se traslapan, son clasificadas en grupos diferentes. Esto se debe a que se trata de un area urbana en la que el arreglo de especies, recursos y estructura de la vegetación es muy heterogéneo, aun en espacios relativamente pequeños.

Mapa mostrando la ubicación de las áreas evaluadas y las agrupaciones a partir del análisis clúster



Los colores corresponden a la las agrupaciones mostradas en el dendrograma mostrado líneas arriba.

FUENTE: Elaboración propia a partir de plano del campus de la PUCP

B. ANÁLISIS ADICIONALES DE VARIABLES DE ESTRUCTURA DE ÁRBOLES CON MADRIGUERA(S)

Correlación de Pearson entre variables

DAP: Diámetro a la altura de pecho

alt: Altura total

alt_min: Altura mínima del árbol

area: Área de copa

cob: Cobertura

Correlations: DAP, alt, alt_min, area, cob

	DAP	alt	alt_min	area
alt	0.078 0.713			
alt_min	0.086 0.682	0.308 0.134		
area	0.522 0.007	-0.135 0.520	-0.086 0.682	
cob	0.245 0.238	-0.069 0.743	0.096 0.647	0.308 0.134

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Dendrograma obtenido a partir de variables de estructura de los arboles con madriguera

Cluster Analysis of Observations: DAP, alt, alt_min, area, cob

Standardized Variables, Squared Euclidean Distance, Complete Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	24	98.6249	0.4293	15 23	15	2
2	23	96.8477	0.9841	2 7	2	2
3	22	95.2648	1.4782	4 9	4	2
4	21	94.9970	1.5618	19 21	19	2
5	20	94.8113	1.6198	14 16	14	2
6	19	94.2623	1.7912	24 25	24	2
7	18	93.7267	1.9584	2 5	2	3
8	17	93.6584	1.9797	13 18	13	2
9	16	90.4416	2.9839	15 20	15	3
10	15	90.3592	3.0096	2 12	2	4
11	14	89.0101	3.4308	6 17	6	2
12	13	87.1665	4.0063	11 13	11	3
13	12	86.3079	4.2744	3 24	3	3
14	11	84.5855	4.8120	1 2	1	5
15	10	81.5906	5.7470	4 15	4	5
16	9	79.0163	6.5506	14 19	14	4
17	8	77.2613	7.0985	6 11	6	5
18	7	68.6867	9.7753	4 10	4	6
19	6	64.4650	11.0932	1 8	1	6
20	5	56.0349	13.7248	4 14	4	10
21	4	51.6251	15.1015	1 22	1	7
22	3	37.9145	19.3816	3 6	3	8
23	2	26.3312	22.9976	1 4	1	17
24	1	0.0000	31.2176	1 3	1	25

Final Partition
Number of clusters: 4

	Number of observations	Within cluster sum of squares	Average distance from centroid	Maximum distance from centroid
Cluster1	7	18.7904	1.47525	2.69574
Cluster2	3	3.0749	0.99816	1.20536
Cluster3	10	27.2193	1.61553	2.15646
Cluster4	5	8.1257	1.23597	1.56428

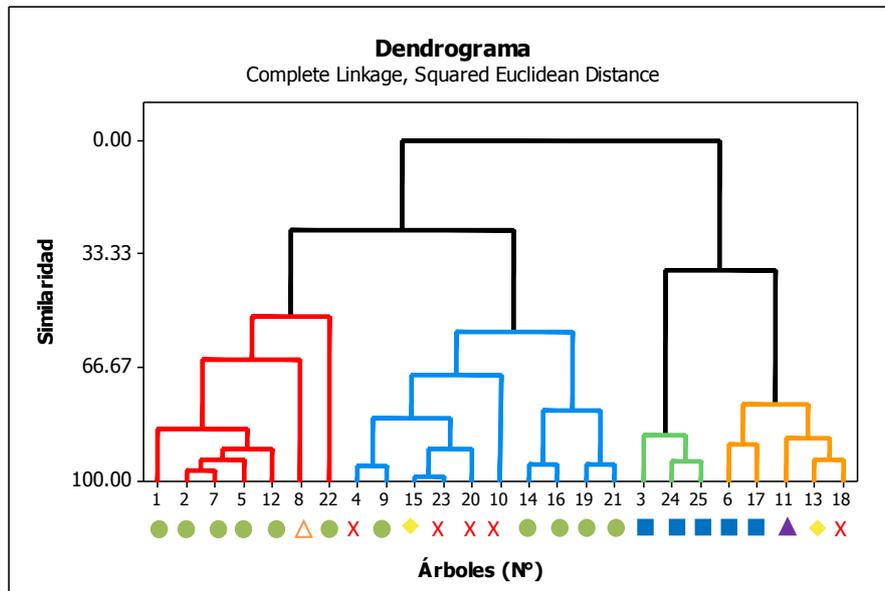
Cluster Centroids

Variable	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4	Grand centroid
DAP	1.24498	-0.52504	-0.303586	-0.82078	0.0000000
alt	0.28448	1.31755	-0.243322	-0.70215	-0.0000000
alt_min	0.50012	1.39960	-0.649702	-0.24053	0.0000000

area	0.79294	-0.93894	0.121445	-0.78964	-0.0000000
cob	0.19631	-0.07883	0.635203	-1.49794	0.0000000

Distances Between Cluster Centroids

	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Cluster4
Cluster1	0.00000	2.84330	2.15459	3.34131
Cluster2	2.84330	0.00000	2.88431	2.98209
Cluster3	2.15459	2.88431	0.00000	2.45475
Cluster4	3.34131	2.98209	2.45475	0.00000



- *Tipuana tipu*: 1, 2, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 22
- *Eucaliptus camaldulensis*: 3, 6, 17, 24, 25
- × *Fraxinus* spp.: 4, 10, 18, 20, 23
- ◆ *Spathodea campanulata*: 13, 15
- ▲ *Ficus* sp.: 11
- ▲ *Ceiba insisgnis*: 8

C. ANÁLISIS ADICIONALES DE POSICIÓN DE LA MADRIGUERA EN EL ÁRBOL

Correlación de Pearson entre variables de posición de la madriguera en el árbol

AltT: Altura total del árbol
 AltMC: Altura mínima de copa del árbol
 AltNIDO: Altura de la madriguera

Correlations: AltT, AltMC, AltNIDO

	AltT	AltMC
AltMC	0.404	0.020
AltNIDO	0.679	0.546
	0.000	0.001

Cell Contents: Pearson correlation
 P-Value

Prueba de bondad de ajuste con la variable Altura de la madriguera en la copa del árbol para una distribución uniforme

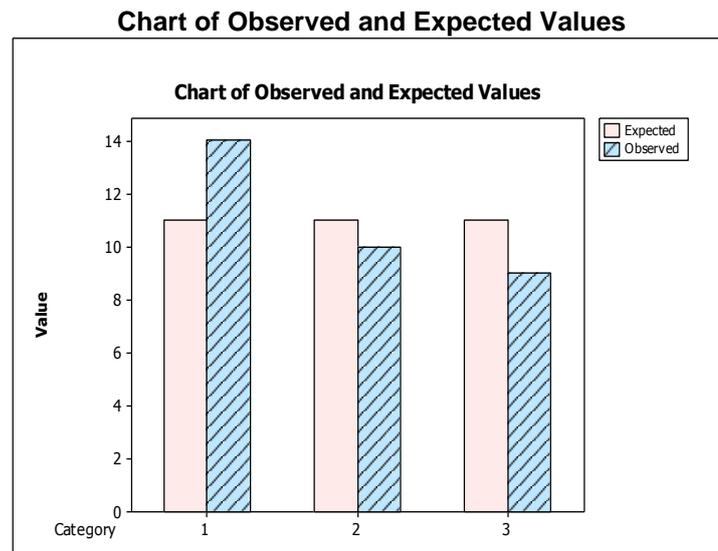
Categorías y frecuencias observadas:

- Alto: 14
- Medio: 10
- Bajo: 9

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in Variable: obs

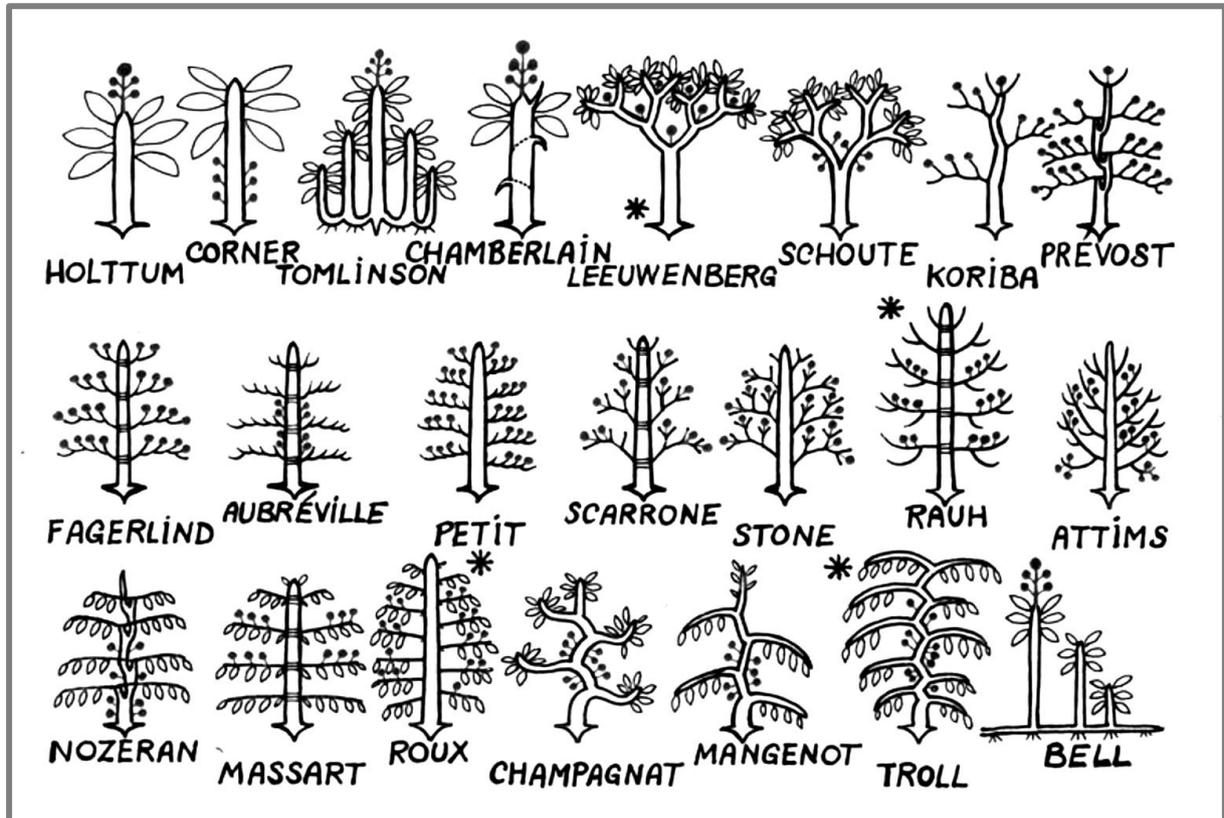
Category	Observed	Test		Contribution to Chi-Sq
		Proportion	Expected	
1	14	0.333333	11	0.818182
2	10	0.333333	11	0.090909
3	9	0.333333	11	0.363636

N	DF	Chi-Sq	P-Value
33	2	1.27273	0.529



ANEXO 8

Modelos de arquitectura de árboles y modelos de las especies utilizadas por para la construcción de madrigueras en el campus de la PUCP



FUENTE: Hallé 2010

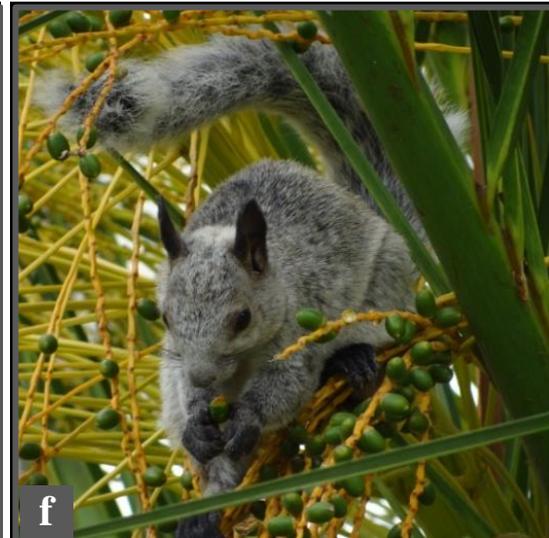
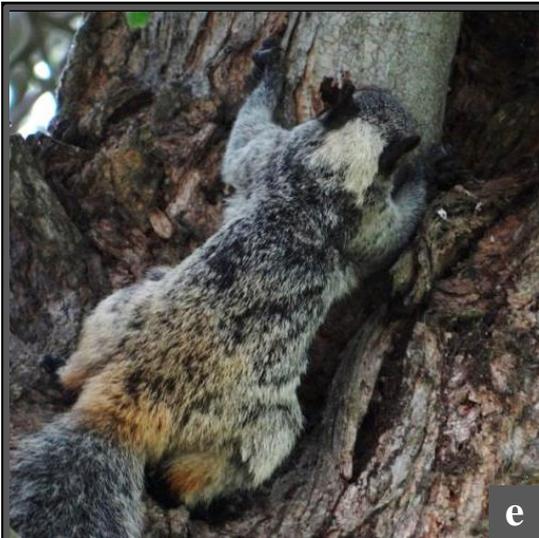
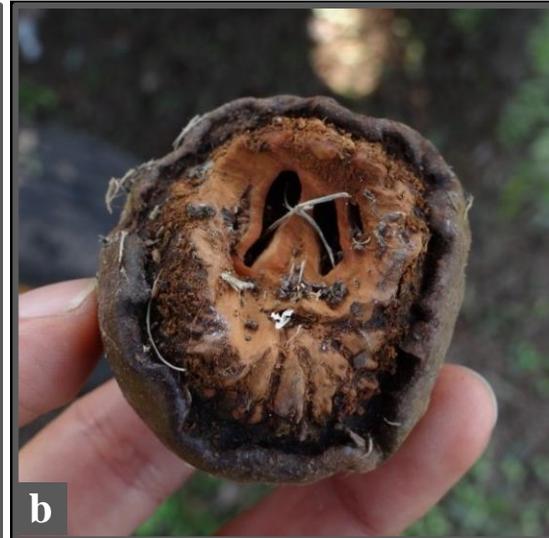
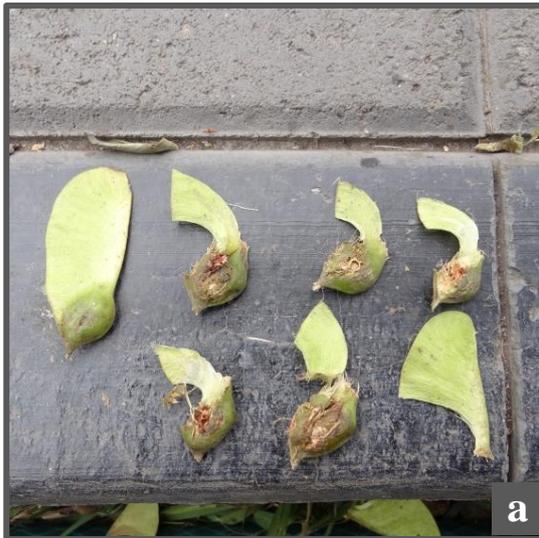
Especie	Modelo
<i>Ceiba</i> sp.	Massart
<i>Fraxinus</i> spp.	Rauh
<i>Tipuana tipu</i>	Attims
<i>Spathodea campanulata</i>	Rauh
<i>Ficus</i> sp.	Stone
<i>Eucaliptus camaldulensis</i>	Attims

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 9
Registro fotográfico



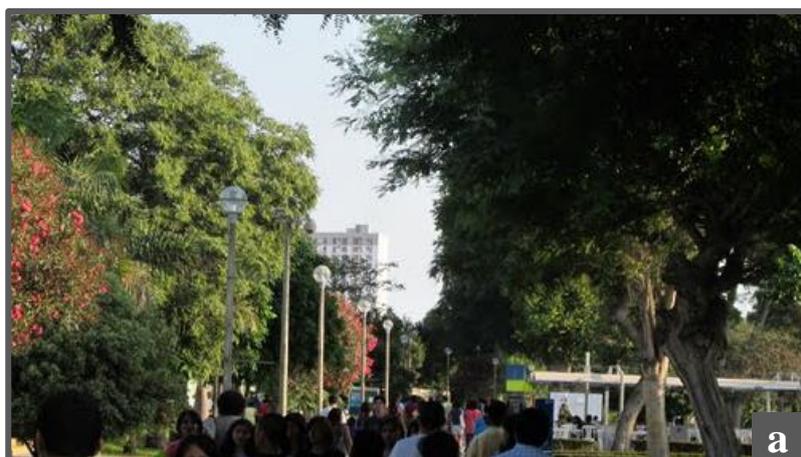
Algunos individuos observados durante las evaluaciones. a: Hembra lactante; **b:** macho; **c:** juvenil; **d:** hembra de coloración atípica (pelos de guardia de todo el cuerpo de color blanco); **e:** hembra trasportando ramas para construir su madriguera; **f:** individuo con cola incompleta (menos del 50% de la longitud normal).



Algunos alimentos consumidos por *S. stramineus*. a: Semillas de tipa (*Tipuana tipu*); b: semillas de nogal (*Juglans* sp.); c: Semillas de tulipan africano (*Spathodea campanulata*); d: Manzana (*Pyrus malus*), ofrecida a los venados por la Oficina de Mantenimiento; e: Ardilla consumiendo corteza de tipa (*Tipuana tipu*); f: ardilla consumiendo frutos de palmera (*Phoenix* sp.).



Algunas madrigueras registradas en el campus de la PUCP. a, b, c y d: Vista de parte inferior de madrigueras; **e:** Vista de la entrada de madriguera; **f:** Ardilla retocando los exteriores de su madriguera.



Vista de algunas áreas del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú. a y b: Vereda principal, c: Jardín aledaño al comedor principal.
FUENTE: a: Marco Gamarra Galindo, b y c: Panoramio (Usuario Shaelkonek)