II. Metodología

1 Área de Estudio

Los parques del estudio se eligieron a partir de un mapa de la ciudad de Puebla (escala 1:50,000). Se identificaron las áreas verdes más notorias y se escogieron distintos parques (o jardines) de la ciudad de diferentes tamaños. Además, se incluyeron otras áreas verdes que se encuentran en los alrededores de la ciudad (ver Anexo 1). Se conformaron entonces 3 grupos de parques en relación a su tamaño. El primero, el grupo de los parques grandes, incluye a la Zona Cívica de los Fuertes (Fuertes), el campus de la Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Parque Ecológico y el campus de la Universidad de las Américas (UDLA), este último situado en el municipio de San Andrés Cholula al oeste de la ciudad de Puebla. Es importante señalar que los sitios Fuertes, UDLA y BUAP no se consideran como parques urbanos como tal, pero fueron incluidos en el estudio ya que cuentan con buenas proporciones de jardines lo cual los justifica para ser estudiados.

El segundo grupo está conformado por los parques medianos. En éste se encuentran dos panteones, el Panteón la Piedad y el Panteón Municipal, que tampoco se pueden considerar como parques urbanos, pero de igual modo cuentan con buenas coberturas de vegetación. Además, resultan de gran interés, porque como mencionan Barrett & Barrett (2001), muchos cementerios son áreas en las que aún se mantiene parte original de la vegetación, y que a lo largo de su historia no han sido sujetos a mucha

perturbación debido a razones culturales. Por lo tanto, representan un gran potencial para incrementar la diversidad biológica y expandir los servicios del ecosistema.

Finalmente el grupo de los pequeños contiene 5 parques: el Zócalo de Puebla, el Parque Asta Bandera (de la Paz), el Paseo Bravo, el Parque Juárez y el Zócalo de Cholula, éste último situado en el municipio de San Pedro Cholula, al oeste de la ciudad de Puebla.

Además de estos once parques se eligieron dos sitios que harían el papel de referencias, una positiva y otra negativa. Para la referencia positiva se escogió la Reserva Ecológica Flor del Bosque, que se localiza en el municipio de Amozoc, al este de la ciudad de Puebla. Ésta es un área protegida y está compuesta por grandes coberturas de bosque de encinos. La intención fue la de asemejar un área natural o un paisaje original de la zona. En este caso, estaríamos utilizando un gradiente urbano, el cual según McDonnell & Pickett (1990) puede servir como una herramienta poderosa para investigar acerca de las influencias urbanas sobre los ecosistemas y examinar el papel que juegan los humanos. Por otro lado, la referencia negativa fue un lugar que contuviera poca vegetación y elevada actividad humana, para este caso se eligió el estacionamiento del Estadio Cuauhtémoc. La Tabla 1 muestra el área de cada parque en hectáreas.

Una vez elegidos los 13 parques para el estudio, el siguiente paso fue escoger un número variable de puntos de muestreo en función del tamaño del parque. Los puntos de muestreo oscilaron entre dos y nueve. En la Tabla 1 se muestra este número para cada parque, resultando un número total de 70 puntos de muestreo entre todos los

parques. La elección de los puntos se hizo de manera que fueran heterogéneos entre sí (incluso dentro de un mismo parque), pero que el punto en sí presentara homogeneidad en su interior. La homogeneidad o heterogeneidad del punto se refiere a sus coberturas vegetales.

Tabla 1. Superficie y número de puntos de muestreo para cada parque.

Parques	Clave	Superficie (hectáreas)	Puntos de Muestreo
Reserva Flor del Bosque	REF+	700.00	4*
BUAP	BUAP	86.38	9
Fuertes	FTES	74.63	9
UDLA	UDLA	70.20	9
Parque Ecológico	ECOL	65.25	9
Panteón Municipal	PMUN	18.60	6
Panteón la Piedad	PIED	12.12	6
Parque Juárez	JUAR	6.38	5
Estacionamiento	REF-	4.12	3
Paseo Bravo	BRAV	3.83	3
Zócalo de Cholula	ZCHO	1.90	3
Zócalo de Puebla	ZPUE	1.06	2
Parque de la Paz	LPAZ	0.64	2
			Total 70

Nota: El Parque Flor del Bosque no fue censado correctamente ya que solo se incluyeron 4 puntos de muestreo, los cuales fueron pocos en relación con su tamaño.

2 Método en Campo

El trabajo de campo se realizó de Junio a Septiembre de 2003, esto es durante la temporada de cría de las aves residentes. Fueron 4 los órdenes de Aves con los que se trabajó: Passeriformes, Piciformes, Columbiformes y Apodiformes, siendo el primero de éstos el que más especies arrojó. En cuanto al orden Apodiformes solamente se registraron sus especies como “colibrí”, esto debido a su difícil identificación. En el

Anexo 2 se puede observar la lista completa de aves registradas en el estudio con sus nombres y categorías taxonómicas.

La comunidad de aves fue censada mediante el método de la estación de escucha cualitativa o puntos de censo (Tellería, 1978; Bibby et al., 1992; Sutherland, 1996). Este método consiste en centrarse en un punto del medio en estudio, y a partir de éste se hace el registro de las aves. Se establece un radio de detección y un tiempo determinado de observación, que en nuestro caso fueron de 25 m y 10 minutos respectivamente. El que el método sea cualitativo significa que sólo se realizan listados de presencia y ausencia, y aunque no sea posible obtener densidades por medio del método, se puede utilizar como técnica de estudio cuantitativo la frecuencia de aparición de una especie a lo largo de varias muestras, y así obtener un estimador de su densidad absoluta (Tellería, 1978).

Sólo se registraron las especies que se observaron dentro o en los bordes del punto de censo, y aquéllas que pasaran volando bajo. Se decidió no incluir a las golondrinas en los censos, ya que sólo van de paso por el punto y no utilizan éste como sustrato. En cada punto de muestreo se realizaron 6 réplicas de censo con la excepción de cuatro puntos: uno de la UDLA, uno en los Fuertes, otro en el Parque Ecológico y uno más en el Zócalo de Cholula. Estos 4 puntos tuvieron cinco en vez de seis visitas debido a que el punto se incluyó hasta la segunda réplica de censo, completando por lo tanto un total de 416 censos.

Las observaciones de Aves se hicieron con binoculares de 8x30 mm, y para su reconocimiento se utilizaron guías de campo para identificación de Aves (Howell & Webb, 1995; National Geographic Society, 1999; Peterson & Chalif, 2000; Sibley, 2000).

Las hojas de registro se dividieron en tres secciones, la ornitológica, la de estructura del hábitat y la de perturbación antrópica. En la primera se hizo el registro cualitativo de las aves por medio del método de censo ya mencionado, anotando con una cruz la presencia de la especie. Para la estructura del hábitat se calcularon a simple vista, dentro del círculo de censo, las coberturas de vegetación arbórea (ARB%), arbustiva (MAT%) y herbácea (HBZ%), así como la densidad relativa de árboles. En cuanto a la densidad relativa de árboles se asignaron rangos los cuales se muestran en la Tabla 2. Finalmente, para la perturbación antrópica del medio, se calculó la cobertura de superficies pavimentadas (PAV%), y se obtuvieron niveles de ruido en decibeles por medio de un medidor de audio (Digital Sound Level Meter, modelo SE-9761). Para tomar los niveles de ruido, pasados los 10 minutos de censo, se anotaba una medida en decibeles cada 10 segundos durante un minuto, completando 6 medidas de sonido por censo. Además de esta información se anotó sobre la hoja de registro el parque en cuestión, el punto de muestreo, la fecha y la hora de inicio. Los censos se realizaron en un rango de horario de 7:00 a.m. a 12:00 p.m. En el Anexo 3 se muestra una hoja de registro utilizada en el estudio.

Tabla 2. Rangos de densidad de árboles.

Rangos (su conversión a número)	Densidad de Árboles
A (1)	0
B (2)	1 a 10
C (3)	11 a 25
D (4)	26 a 50
E (5)	más de 50

Resulta de gran validez e importancia la medición de variables ecológicas dentro de sitios dispersados a través de un área urbana, ya que según Mcintyre et al. (2000) es una manera eficaz de crear un gradiente de urbanización en las ciudades, y a pesar de ello se utiliza poco. Estas variables son físicas, y de esta manera podríamos considerar a la cobertura de pavimento del parque y al ruido medio como indicadores del grado de urbanización. Es decir, que a mayor cobertura de pavimentos y mayor ruido medio del ambiente, más perturbado estará el parque.

Debido a que no nos fueron proporcionados todos los datos de superficie de los parques, las calculamos por medio de un mapa de la ciudad (escala 1:10,000). Utilizamos un medidor de superficie de área foliar (Area Meter, modelo LI-3100), e hicimos las conversiones necesarias a hectáreas.

3 Análisis de Datos

El análisis se dividió en tres partes. En la primera se calcularon 5 estimadores no paramétricos de la riqueza para cada parque (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap), que se construyen a partir de datos de presencia-ausencia, y se calcularon por medio del programa EstimateS versión 6.0b1. Se obtuvieron entonces 6 valores de riqueza, la riqueza observada y los 5 estimadores no paramétricos de riqueza, para cada parque. Por medio de una prueba t-Student para datos apareados calculamos las diferencias entre cada estimador y la riqueza observada.

La segunda parte fue un análisis de regresión lineal múltiple, en el que utilizamos como variables dependientes los 6 valores de riqueza de cada parque. Testamos la

normalidad de éstas por medio de la prueba Kolmogorov-Smirnov, con la corrección de Lilliefors, y transformamos (log(x)) aquéllas que no cumplieran el requisito de normalidad. Para las variables independientes usamos las medias de los valores de estructura de la vegetación y de perturbación del medio de cada parque, además de sus superficies. El programa utilizado para este análisis fue Statistica para Windows (Statsoft, 1999), y empleamos un análisis de regresión lineal múltiple por pasos hacia delante.

Para la tercera parte hicimos un análisis de ordenación directo de las especies de aves y de los parques censados en función de sus variables ambientales descriptoras, utilizando el análisis de correspondencias canónicas (CCA) por medio del programa Canoco para Windows versión 4.0 (ter Braak & Smilauer, 1998). En el análisis, los datos de especies consistieron en las frecuencias de aparición de cada especie por parque. Las variables ambientales consistieron en los valores medios de coberturas del hábitat, la densidad media de árboles, los valores de ruido medio y la superficie, para cada parque.