



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Inventario y evaluación de la vegetación en las riberas del río Zamora de la ciudad de Loja.

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Tello Aguirre, Joaquín Eugenio

DIRECTOR: Vicuña Merino, Rafael, Ing.

CO-DIRECTOR: García Serrano, Pablo, PhD.

CENTRO UNIVERSITARIO CUENCA

2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero

Rafael Vicuña Merino

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Inventario y evaluación de la vegetación en las riberas del río Zamora de la ciudad de Loja, realizado por Tello Aguirre Joaquín Eugenio, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Febrero de 2016

f).....

Ing. Rafael Vicuña Merino

110378756-8

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo, Tello Aguirre Joaquín Eugenio, declaro ser autor(a) del presente trabajo de titulación: Inventario y evaluación de la vegetación en las riberas del río Zamora de la ciudad de Loja, de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo Rafael Vicuña Merino director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f.

Autor: Tello Aguirre Joaquín Eugenio

Cédula: 0103660247

DEDICATORIA

A orillas del Zamora
entre verdes saucedales
y tierras risueñas
dedico este logro
a mi familia amada
por su apoyo firme
frente a aquellos nubarrones
que a veces nos pillan
al borde del camino

Joaquín

AGRADECIMIENTO

Gracias a la vida por la oportunidad de darle sentido a los días y las horas en aquellas jornadas de preparación. Gracias a mi familia por permanecer a mi lado. Maestros y personal de la Universidad Técnica Particular de Loja, les debo un gran aprecio y admiración por todo el soporte brindado, en especial a Rosita Armijos y Fausto López, dos grandes representantes de la misión académica y el servicio universitario. A Pablo, amigo y tutor principal de este trabajo, le debo mi gratitud por el consejo y apoyo. “Buena pinta, esto mola, vale, en buena hora” han sido frases motivadoras en momentos de cansancio. Al Ing. Rafael Vicuña por su aporte complementario en la culminación del trabajo. A Daniel de la Torre y Pedro Kingman les quedo agradecido por la oportuna asesoría en los aspectos técnicos del inventario, además de la acogida en el jardín botánico de Cuenca y el vivero de Loja respectivamente. Finalmente, gracias a la ciudad de Loja por recibirme siempre tan bien y hacerme sentir en casa.

Joaquín Tello Aguirre

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	6
1.1 El espacio verde y la ciudad	7
1.1.1 Evolución del espacio verde en la ciudad.	7
1.1.2 El concepto de verde urbano y forestería urbana.	8
1.1.3 La medición del verde urbano.	9
1.2 Biodiversidad urbana, ecología y vegetación	10
1.3 Importancia del espacio verde urbano	12
1.3.1 Importancia social.	13
1.3.1.1 Salud Física.	13
1.3.1.2 Salud mental.	14
1.3.2 Importancia cultural.	15
1.3.3 Importancia sobre la calidad ambiental.	16
1.3.4 Importancia económica.	17
1.4 La gestión del verde urbano	19
1.4.1 Inconvenientes y desventajas de las áreas verdes urbanas.	19
1.4.2 Amenazas y limitaciones del verde urbano.	20
1.5 La evaluación del espacio urbano y su vegetación	21
1.5.1 Los inventarios de vegetación urbana.	22
1.5.2 Inventarios mediante SIG.	23
1.5.3 Análisis de la información recopilada.	24
1.5.3.1 Estimación de la riqueza específica.	25
1.5.3.2 Estimación de la abundancia.	25
1.5.3.3 Estimación de la diversidad alfa mediante el índice de Shannon-Wiener.	25
1.5.3.4 Análisis de otros componentes ecológicos.	26
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	27
2.1 Área de estudio	28
2.2 Inventario botánico	28

2.2.1	Materiales.	28
2.2.2	Metodología.	29
2.2.2.1	Revisión bibliográfica.	29
2.2.2.2	Prueba piloto.	30
2.2.2.3	Consulta de expertos.	30
2.2.2.4	Registros y equipos.	30
2.2.2.5	Trabajo de Campo.	30
2.2.2.6	Codificación y análisis de los resultados.	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS		33
3.1	Clasificación general	34
3.1.1	Especies más abundantes.	34
3.1.2	Familias más representativas.	36
3.1.3	Altura.	36
3.1.4	Hábito.	37
3.1.5	Carácter.	38
3.1.6	Endemismo y vulnerabilidad	38
3.1.7	Especies invasoras.	39
3.1.8	Índice de Shannon.	40
3.2	Resultados por segmentos	40
3.2.1	Segmento 1.	41
3.2.2	Segmento 2.	42
3.2.3	Segmento 3.	43
3.2.4	Segmento 4.	44
3.2.5	Segmento 5.	45
3.2.6	Segmento 6.	46
3.2.7	Segmento 7.	47
3.2.8	Segmento 8.	48
3.2.9	Segmento 9.	49
3.2.10	Segmento 10.	50
3.2.11	Síntesis	51
3.3	Especies comunes para el verde público y privado	51
DISCUSIÓN		53
CONCLUSIONES		61
RECOMENDACIONES		64
BIBLIOGRAFÍA		66
ANEXOS		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Funciones y servicios del espacio verde urbano. _____	18
Tabla 2: Información recolectada por los inventarios. _____	23
Tabla 3: Variables para el estudio. _____	31
Tabla 4: Clasificación general del inventario _____	34
Tabla 5: Endemismo y vulnerabilidad. _____	38
Tabla 6: Especies consideradas invasoras. _____	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Especies con mayor número de individuos. _____	34
Gráfico 2: Familias más abundantes. _____	36
Gráfico 3: Clasificación por tamaño / carácter. _____	36
Gráfico 4: Individuos por hábito. _____	37
Gráfico 5: Clasificación por carácter. _____	38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Resultados primer segmento _____	41
Ilustración 2: Resultados segundo segmento _____	42
Ilustración 3: Resultados del tercer segmento _____	43
Ilustración 4: Resultados del cuarto segmento _____	44
Ilustración 5: Resultados del quinto segmento _____	45
Ilustración 6: Resultados del sexto segmento _____	46
Ilustración 7: Resultados del séptimo segmento _____	47
Ilustración 8: Resultados del octavo segmento _____	48
Ilustración 9: Resultados del noveno segmento _____	49
Ilustración 10: Resultados del décimo segmento _____	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Listado de especies registradas _____	1
Anexo 2: Resultados por segmento _____	4
Anexo 3: Galería fotográfica _____	5
Anexo 4: Cartografía elaborada en GIS _____	12

RESUMEN

Para Loja, el incremento de población sumado a degradación del espacio natural son problemas importantes que afectan la calidad de vida de pobladores. El hecho que la población ocupe la mayor parte del espacio urbano implica una mayor explotación al ecosistema, lo que incluye la pérdida de especies nativas.

Para garantizar un ecosistema urbano sustentable, es importante primero localizar dónde están los remanentes de bosque en la ciudad, para luego conocer sus características, conservación, abundancia, riqueza, importancia ecológica etc.

La presente investigación pretende un acercamiento al verde urbano remanente del Zamora por medio de un inventario cuantitativo geo-referenciado. Se pudo determinar el número y la distribución de especies predominantes, entre las que destacan arbóreas y arbustivas. Mediante análisis espacial y cartográfico con las herramientas de los SIG, se buscó facilitar la información presentada. Como resultado se obtuvo un instrumento de gestión e investigación para la forestería urbana de las márgenes del río Zamora, la cual presenta una variedad de alrededor de 80 especies y más de 2500 individuos entre nativos e introducidos, con un alto valor histórico, social y natural.

PALABRAS CLAVES: ecología urbana; inventario forestal; río urbano; verde urbano.

ABSTRACT

In Loja, the increasing urban population coupled with the degradation of natural space is an important problem which affects the population's quality of life. The fact that the population occupies most of urban spaces implies more ecosystem exploitation including the loss of native species.

For a sustainable ecosystem, it is considered important to first locate the urban forests of the city and then to know their features, condition, richness, abundance, ecological importance, etc.

This research presents the inventory of the existing urban forest located on the banks of Zamora River in Loja. Through quantitative and georeferenced inventory method, the number and distribution of the predominant botanical species (trees and shrubs) were determined. The number and distribution are spatially presented after the cartographic analysis in GIS. The result consisted in a research and management tool for urban forestry on the banks of the river, which shows more than 2500 trees and shrubs (of native and migrant species). The trees fall under about 80 botanical species. Those species are of a high historical, social and natural value.

KEYWORDS: urban ecology; forest inventory; urban river; urban green space.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las ciudades se presentan espacios verdes en remanentes de ríos que a través del tiempo van sufriendo diversos cambios, por lo que se transforman en “ecosistemas híbridos o ecosistemas noveles” (Francis, 2014). Según Hobbs (2009, citado por Francis, 2014), un ecosistema novel podría ser considerado como aquel completamente transformado de su estado histórico por cambios abióticos en las características ambientales, cambio en la composición de especies y reemplazo por especies invasivas, o las dos cosas a la vez.

En el marco de la gestión, estos ecosistemas se caracterizarían principalmente por su dificultad para ser restaurados a su situación original debido a su degradación ecológica, su transformación estética y su contaminación química. Sin embargo, estos ríos están llenos de un valor histórico, cultural y principalmente natural, por lo que es prioridad para la planificación urbana, el determinar su valor, usos, medidas de conservación y restauración a pesar de que no sea posible volver íntegramente a su estado original. Este ecosistema supone por lo tanto un remanente de “naturalidad” con importantes consecuencias para la calidad de vida y una oportunidad para la re-naturalización del espacio urbano.

Para la ciudad de Loja, esta problemática de degradación del remanente natural es un asunto de preocupación, sobre todo frente a los retos ambientales que buscan mitigar el efecto bajo el cual la ciudad es el mayor consumidor de los servicios ecosistémicos (Bendt, Barthel, & Colding, 2013). Asuntos como calidad de aguas, crecidas, inundaciones, problemas de riego, coliformes, entre otros, son un resultado apreciable de las consecuencias sobre la alteración ecosistémica y la sobrepoblación. Para conocer a fondo la problemática ambiental y del remanente natural de la ciudad de Loja, es necesario entender el espacio verde con el que cuenta desde los diversos estudios cuantitativos o cualitativos.

La presente propuesta de investigación tuvo como fin realizar un acercamiento al espacio verde urbano remanente del río Zamora para determinar el número y la diversidad de las especies predominantes entre las que destacaron las arbóreas y arbustivas. Mediante el análisis espacial y cartográfico con las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica SIG, se buscó facilitar la información para que otros estudios puedan utilizar los resultados como base para establecer la interacción existente entre flora, fauna, recursos naturales y calidad de vida de los habitantes en la ciudad. El principal producto que se

obtuvo del estudio fue el inventario forestal de más de 2500 especies de las márgenes del río Zamora de la ciudad de Loja a su paso por el área urbana.

Los inventarios son una herramienta efectiva para los fines de mantenimiento y administración de áreas verdes urbanas. La ubicación o geo-referenciación, así como los atributos (familia, especie, carácter, tipo, tamaño, estado de salud, obstrucciones, necesidades de mantenimiento, etc.) de los árboles y arbustos son necesarios para la gestión en municipios y gobiernos locales (Goodwin, 1996). Pero su utilidad no solo se ve limitada al ámbito de la gestión. Realizar un inventario es una herramienta esencial para la investigación sobre la ecología urbana de una ciudad. Además, los inventarios botánicos proveen una fuente de datos necesaria para otros estudios cuya variable incluya el verde urbano y su caracterización. Los inventarios son una herramienta para tomar decisiones correctas en cualquier ámbito en el que se quieran utilizar.

El presente trabajo fue dividido de la siguiente manera: En un primer capítulo se revisó el fundamento teórico de la investigación. Se incluyeron temas de servicios ecosistémicos del arbolado urbano, inventarios forestales, métodos de análisis de la biodiversidad y trabajo forestal con herramientas GIS, entre otros. En un segundo capítulo se especificó la metodología utilizada, así como las herramientas que facilitaron el trabajo, sobre todo lo que tiene que ver con el registro por medio de dispositivos electrónicos. Un tercer capítulo fue necesario para exponer los resultados de una manera gráfica y detallada. En un cuarto capítulo se realizó una discusión de los temas tratados, en contraste con la teoría encontrada. Los resultados generaron conclusiones y recomendaciones que fueron sintetizadas en sus respectivos capítulos. Finalmente, la información inventariada fue incluida en los anexos, donde se circunscribe también el inventario en GIS en formato digital.

El presente estudio formó parte del proyecto de Ecología Urbana sobre el río Zamora de la ciudad de Loja, con el código (PROY-CCNN-888), liderado por el PhD Pablo García Serrano, en el cual se realizaron investigaciones sobre los aspectos abióticos, bióticos y sociales del río a su paso por la zona urbana.

Se espera que la investigación a largo plazo sirva como base para a las gestiones a realizarse en materia de restauración del corredor verde del río Zamora. El estudio permite comprender cuáles son las especies vegetales, en qué cantidad se encuentran y cómo están distribuidas a lo largo del margen del río. Como fin primordial se busca mejorar la

calidad de vida de los pobladores recuperando los valores ambientales y la simbiosis hombre-naturaleza.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Inventariar, evaluar y diseñar una herramienta de gestión para la vegetación remanente en entorno del río Zamora a su paso por la ciudad de Loja.

Objetivos específicos

1. Inventariar las especies arbóreas dentro de las márgenes del río Zamora.
2. Evaluar y analizar la vegetación inventariada en el río Zamora.
3. Generar una herramienta para gestión de la vegetación mediante la representación espacial de los individuos inventariados y base de datos asociada, con el fin de su aprovechamiento para la gestión de la forestería urbana.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

*Cusibamba llamaron los Shyris,
al risueño vergel donde ahora,
entre arrullos del límpido Zamora,
alza Loja tu férvida voz;
hubo allí tantas aves y flores,
que en un rato de intensa alegría,
-surja aquí la Ciudad de María-
dijo el bravo y creyente español.*

**Fragmento del himno a Loja
Letra: Máximo Agustín Aguirre**

1.1 El espacio verde y la ciudad

Dentro de la complejidad que se presenta en el espacio competitivo de la ciudad encontramos al componente verde; y dentro de éste espacio a uno de los mayores aportantes de biomasa que son los árboles. La vegetación arbórea y arbustiva plantada en la ciudad por la mano del hombre o encontrada en estado natural como sobreviviente del proceso urbanístico reviste de gran importancia principalmente porque es la base de la cadena trófica de la urbe, constituye un nicho fundamental para especies que se han adaptado al espacio urbano y son la mayor biomasa como base para las cadenas tróficas remanentes. Además brinda servicios como la captura del carbono que se genera en grandes cantidades por emisiones fijas y móviles, contribuye al equilibrio climático a nivel local y representa la base para la reducción de los efectos del cambio climático en el mundo

El espacio verde urbano, además de los beneficios ecológicos, es también un lugar de trascendentales intercambios sociales y espacio para actividades culturales con significativos aportes a la salud y a la calidad de vida de los habitantes. En el presente capítulo se presenta una revisión teórica de los principales elementos del espacio verde dentro de la biodiversidad urbana, los beneficios integrales del verde urbano, los impactos a los que se exponen, las amenazas que generan en el entorno y finalmente las orientaciones generales sobre el inventario y evaluación de la vegetación urbana.

1.1.1 Evolución del espacio verde en la ciudad.

A mediados del siglo XIX y en medio de las presiones sociales que originaron las grandes urbes a nivel mundial, surgen dos problemas para el ambiente y para la sociedad: la higiene de la ciudad y la especulación sobre el uso del suelo. Estos problemas de salud y espacio serían determinantes de los planteamientos de los jardines y parques en cuanto a su composición y funciones en este nuevo rincón de la sociedad moderna. Para el siglo XX, nuevos inconvenientes se presentarían por los asuntos de migración del campo a la ciudad, transporte, contaminación urbana y consumo de recursos, entre otros. Como consecuencia

el habitante de la ciudad tomó en consideración el espacio que necesitaba para su convivencia, puesto que el hombre no era solo un ser que vivía en edificios sino que tenía necesidades sociales y requería un lugar de relación y contacto con lo natural (Gómez, 2005).

Para el presente siglo, el espacio verde y el arbolado urbano han sido vistos como un apoyo al bienestar de las ciudades, los cuales desempeñan un papel primordial en la cotidianeidad de los habitantes por su entrega permanente de bienes y servicios ambientales (Llanos, 2014). “La calidad de las áreas verdes urbanas se ha reconocido progresivamente por ser importante para la calidad global de la vida humana, porque tienen un impacto significativo, ecológico y estético sobre la población de las ciudades” (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998, p. 39).

Dentro de los compromisos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos en Estambul, Turquía, en lo referente al desarrollo sostenible, se establece:

“Proteger los ecosistemas frágiles y las zonas ecológicamente vulnerables de los efectos nocivos de los asentamientos humanos, entre otros medios, concibiendo y fomentando prácticas más eficientes de ordenación de la tierra que contemplen integralmente la posible pugna por su utilización con fines agrícolas, industriales, de transporte, de urbanización, de creación de zonas verdes o zonas protegidas y para otras necesidades vitales” (Programa Hábitat, 1996).

A pesar de la importancia que tiene el espacio verde urbano, es cada vez menor la cantidad y calidad de espacio que los ciudadanos disponen, especialmente en aquellos grupos socioeconómicos de bajo ingreso y sin recursos suficientes para movilizarse a lugares más verdes (Maas, Verheij, Groenewegen, de Vries, & Spreeuwenberg, 2006).

1.1.2 El concepto de verde urbano y forestería urbana.

El espacio verde o verde urbano puede ser definido como toda área dotada natural o artificialmente de vegetación (Fratini & Marone, 2011). Otra definición se encuentra en Byrne (Byrne & Sipe, en VicHealth, 2012) en la cual espacio verde es toda área dentro de un ambiente urbano dedicada a la naturaleza y que puede ser usada para recreación, juego o socialización. En este sentido, el espacio verde puede tomar diversas formas, incluyendo tierras húmedas urbanas, parques, áreas de recreación infantil, reservas forestales, parques lineales, etc.

En un inicio el espacio verde fue limitado a aquel espacio “sin construir” o de carácter público o privado; sin embargo, en una clasificación mejor articulada de acuerdo a varios autores (Bovo,1998; Konijnendijk, 2003; Pirani, 2004; citado por Fratini & Morone, 2011), se dividió en espacio verde ornamental, funcional y privado. Entre los usos ornamentales se pueden distinguir los jardines, parterres arbolados, bosques de conservación urbana, entre otros.

Por otro lado el espacio funcional se representa por el espacio deportivo, para propósitos recreacionales o para la salud. Se debe tomar en cuenta que existen además espacios verdes que cumplen una función pero que no son aprovechables desde el punto de vista recreacional como por ejemplo los cementerios y las áreas agrícolas urbanas. De igual manera, el espacio privado puede ser funcional desde el punto de vista ambiental aunque no sea de acceso o aprovechamiento para el público.

En cuanto a la forestería urbana, ésta se considera como una rama especializada dentro de la silvicultura general. Tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras a su aprovechamiento actual y potencial para el bienestar personal, social y económico de la población. En un sentido más amplio, incluye la ordenación del territorio, de las cuencas hidrográficas, el hábitat de especies, las oportunidades de esparcimiento al aire libre, el diseño del paisaje, la recuperación de desechos en el ámbito municipal, el cuidado de árboles en general y la producción de madera como materia prima (Kuchelmeister & Braatz). Es decir, no solamente incluye el manejo de árboles con fines meramente estéticos sino abarca la gestión integrada del espacio verde como fuente de beneficios ambientales, económicos y sociales, en conjunción con la arquitectura del paisaje, la ordenación de parques y la horticultura ornamental. Además no se limita al espacio urbano sino que busca la relación integrada con el ambiente periurbano.

1.1.3 La medición del verde urbano.

Hace ya algún tiempo la Organización Mundial de la Salud recomendó para las ciudades el indicador de espacio verde por habitante o Índice de Verde Urbano (IVE) estipulado en 9 m²/hab. (Gómez, 2005). El IVE es la cantidad de áreas verdes urbanas en donde predomina vegetación y elementos naturales del entorno, manejado (directa o indirectamente) por entes públicos como (municipios, gobiernos provinciales, regionales o Estado) existentes dentro del territorio, dividido para el número de habitantes de las zonas urbanas. Para el Ecuador, el IVE estuvo en primera instancia establecido en un promedio de 4.69 m²/hab. lo que significó que solamente el 5% de los municipios del país cumplían con este estándar (INEC,

2010). En el año 2012 se realizó una nueva medición corrigiendo los criterios iniciales que solamente incluían a parques y jardines. En el nuevo informe se incluyen los espacios referentes a jardines, parterres, riberas, estadios, canchas deportivas y otros áreas como cementerios y terrenos baldíos (INEC, 2012). Como resultado se obtiene que el Ecuador tiene en promedio un área de 13.01 m² de verde por habitante. A pesar de este incremento por el cambio de los parámetros, en ciudades como Loja el índice se establece en 0.75 y 3.38 m²/hab. para el primero y segundo estudio respectivamente, muy por debajo de la recomendación de la OMS.

Frente a estos resultados es necesario discutir hasta que punto estos indicadores se establecen de forma objetiva en cuanto al rigor metodológico y en segundo lugar, si la importancia de un área verde debería ser limitada a su cantidad más que en su calidad. Es primordial tomar en cuenta que por ejemplo un área verde correspondiente a una ribera es cualitativamente muy diferente a un parque donde predomina el césped y especies exóticas.

1.2 Biodiversidad urbana, ecología y vegetación

Dentro de la visión ecológica naturalista, la vida es esencialmente un proceso de intercambio y aprovechamiento energético basado en el sol, donde las plantas, bacterias y ciertas algas inician la captura, contribuyen al abastecimiento de organismos heterótrofos, y vuelven al ecosistema gracias a los organismos saprobios. Los componentes abióticos, manera muy similar, sostienen diversos ciclos de materia y energía que confluyen y están íntimamente relacionados con los procesos biológicos. Las condiciones y facilidades por la que estos procesos de intercambio dan depende en gran medida de las condiciones circundantes, de la adaptación al medio y de la evolución de los organismos (Smith & Smith, 2007).

Frente al fenómeno aparentemente dicotómico de la dinámica ecológica natural por un lado, y de la ciudad como entre artificial por otro lado, surgen varias preguntas trascendentales y significativas para la ecología del medio urbano: ¿Puede la teoría ecológica de los sistemas naturales explicar los aspectos de la ecología urbana, o acaso se requiere nueva teoría? ¿Cómo se relacionan las estructuras socioeconómicas, ecológicas y físicas en la ciudad y cómo cambian en el tiempo? ¿Cómo se sustentan los flujos de energía y materia entre las variables urbanas, en contraste con los ecosistemas naturales? ¿De qué manera se puede contribuir con el estudio de ecología urbana a la sustentabilidad de ciudades y metrópolis? (Pickett, et al., 2008).

La respuesta a estas interrogantes depende en gran medida del punto de vista en el que se enmarque a la ciudad. Se puede considerar a la ciudad como un espacio artificial, ajeno a

todo lo natural, como se lo ha hecho por varios años. O se la puede reconocer como un ecosistema que presenta ciertas características propias, pero que esencialmente cumple con funciones de intercambio energético y sustento de la vida, en similitud con los ecosistemas naturales.

Algunas características diferenciadoras son bastante claras entre la biodiversidad en la ciudad y la biodiversidad en el medio natural, establecidas por las distinciones sobre las condiciones ambientales que cada una sustenta. Entre las principales diferencias se puede citar al microclima de la ciudad, cuya temperatura, precipitación y vientos son cualitativa y cuantitativamente diferentes a los del medio natural. Esto en gran medida por las barreras edificadas, por el efecto “isla de calor” y por la ausencia de disipación de calor que efectúa la vegetación natural, más abundante que la vegetación de la ciudad.

Otra diferencia en el medio urbano y natural se presenta sobre la calidad y cantidad del suelo. La ciudad por lo general presenta un suelo más compactado debido a los procesos antrópicos. El suelo en la ciudad es además de menor disponibilidad para la vegetación, la cual está restringida muchas veces a fragmentos de suelo. Sin embargo, a pesar de lo que comúnmente se piensa del suelo en la ciudad como de menor calidad y mayor contaminación, ciertos estudios sugieren que el suelo en el ambiente urbano es más heterogéneo de lo que comúnmente se considera (Pickett, et al., 2008). En cuanto al ciclo del agua, las diferencias en el ambiente urbano y natural se explican en gran medida por la baja infiltración del suelo urbano, por lo general impermeabilizado, lo que a su vez aumenta la cantidad de escorrentía, que puede ser superior al 80% en algunos casos (Rueda, 2012).

La biodiversidad urbana no es ajena de las interacciones entre organismos que se dan en ecosistemas naturales. Relaciones inter-específicas e intra-específicas son parte de la supervivencia de las especies, en cualquier medio que se den. Conceptos como adaptaciones vegetales, depredación, mutualismo, parasitismo o ciclo vital son parte del medio urbano en cierta similitud al medio natural. Sin embargo, los sistemas naturales presentan diferencias fundamentales con los urbanos porque la fuente de energía de la ciudad, además del sol, es abastecida por fuentes fósiles que corresponden a energía reservada por millones de años (Rueda, p. 175).

La consecuencia directa del consumo de energía mayor a la producción genera un desequilibrio en el sistema y la estructuración de la ciudad como un organismo heterótrofo y esencialmente consumidor de recursos más que productor. “El mantenimiento de la biodiversidad depende del mantenimiento de hábitats adecuados, de procesos productivos y

constructores de complejidad, y de un régimen de perturbación moderado, no tan intenso que impida los procesos regenerativos de los ecosistemas pero que, sin embargo, genere una presión selectiva” (Rueda, 2012, p. 175).

Las condiciones adversas de la ciudad sin embargo no impiden que exista vida y que incluso ciertos organismos prosperen con mayor éxito. Especies invasoras pueden hallar un medio fácil para adaptarse a las circunstancias urbanas. Especies oportunistas y generalistas encuentran ventajas en el medio construido por los humanos, a pesar de que exista una menor conectividad ecológica entre ecosistemas y no exista una interacción o una comunidad como tal. Entre los sobrevivientes en el ambiente urbano están por lo general aquellos que tienen facilidades de movilidad y un amplio rango de ambientes que pueden soportar (Dalmazzo, 2010).

Por otro lado, se debe considerar hasta que punto se puede hablar de una auténtica biodiversidad vegetal urbana. Al existir gran cantidad de especies exóticas en parques y jardines se puede tener una falsa interpretación de los conceptos de riqueza y abundancia. La diversidad urbana pudiera correr el riesgo de ser interpretada como una falsa “museística” que realmente no es funcional porque no hay interacción entre especies, no hay una comunidad equilibrada y por lo tanto no existiría un verdadero ecosistema, o al menos no sería un ecosistema equilibrado (Rueda, 2012, p. 182).

Finalmente, vale la pena que se revisen los beneficios del verde urbano no solo en sus aspectos ecológicos funcionales, sino que se integren todos los componentes económicos, sociales y culturales, con el fin de proporcionar una mirada integral a las funciones y servicios del verde urbano, en contraste con el verde natural. Lo importante de la vegetación urbana es ser “lo que queda” de los ecosistemas naturales. Si se quitan los árboles, se elimina la base de la cadena y las diversas funciones quedarían en el mínimo sentido. La vegetación es un remanente de naturalidad, por lo que si se quiere mejorar la calidad del espacio urbano como ecosistema se debe entender que la vegetación constituye la piedra angular para colonizar y estructurar nuevas funciones y espacios de estos ecosistemas híbridos.

1.3 Importancia del espacio verde urbano

Sea el espacio verde de carácter público o privado, diversos autores coinciden en la importancia que tiene desde el punto de vista social, económico, ambiental y cultural. Los beneficios que la vegetación ha brindado a las ciudades como ornamento y protección han sido percibidos desde hace muchos siglos antes de la formación de las ciudades

industrializadas, como por ejemplo en los jardines de la tradición Persa (Elía, 2007). Sin embargo, se debe mencionar que en épocas anteriores a la industrialización, los jardines y espacios verdes eran un bien privado destinado exclusivamente para el disfrute de la monarquía, mas no del pueblo. El concepto de espacio verde urbano con las respectivas implicaciones sociales e higienistas se construye a partir del crecimiento urbanístico de la era industrial.

El espacio verde urbano, además de ser asunto de importancia para los investigadores y gestores, lo es también para el habitante de la ciudad. En un estudio sobre las actitudes ambientales y conciencia ambiental (Berenger, Corraliza, Moreno, & Rodriguez, 2002) se puede observar como resultado una alta valoración de la preocupación por los problemas ambientales de biodiversidad y espacios naturales, inclusive por encima de otros problemas ambientales como agua y transporte público. Sin embargo la obligación moral que los participantes sienten frente a los asuntos de biodiversidad y espacio natural es bajo respecto a la preocupación, lo que implica que los participantes a pesar de sentir las consecuencias de la falta de espacios verdes y biodiversidad, no sienten responsabilidad por lo que está sucediendo y probablemente lo interpreten como un asunto externo que debe encargarse el gobierno local o nacional.

1.3.1 Importancia social.

Aunque no siempre sean fáciles de medir y cuantificar, los beneficios sociales del verde urbano son importantes de mencionar por sus cualidades sobre la salud mental, física y la percepción de los ciudadanos. La presencia de áreas verdes urbanas puede hacer del ambiente urbano un lugar más placentero para las actividades diarias, el trabajo y el tiempo libre (Nowak, Dwyer, & Childs, 1998). Las investigaciones sobre espacio verde y salud sugieren 5 maneras en las cuales la exposición al ambiente natural es positivo para la salud humana (Morris, 2003):

- Mejora las habilidades de comunicación personales y sociales.
- Incrementa la salud física.
- Mejora la salud mental y espiritual.
- Promueve la conciencia social, espiritual y estética.
- Habilita para afirmar el control personal y la sensibilidad para el bienestar personal.

1.3.1.1 Salud Física.

Un estudio llevado a cabo en Holanda sobre espacio verde y percepción de salud da como resultado que el “porcentaje de espacio verde alrededor del hogar muestra una asociación positiva con la percepción de salud de los residentes”. “Esta investigación ha demostrado

que el espacio verde es mas que un simple lujo, y el desarrollo de espacio verde debería por lo tanto tomar una posición más central en las políticas de planeamiento espacial". (Maas, Verheij, Groenewegen, de Vries, & Spreeuwenberg, 2006, p. 591). La disposición de espacio verde permite a los habitantes realizar actividad física. Entre las actividades predilectas se encuentran la caminata y algunos deportes al aire libre como el ciclismo. El ejercicio físico produce una gran cantidad de beneficios en las personas sobre los huesos, órganos y sistemas del cuerpo, pero es necesario recalcar sus bondades sobre el funcionamiento cardio-respiratorio, sobre el peso corporal y sobre la función arterial (Morris, 2003).

Dentro del campo de la salud, además de los beneficios producto del ejercicio físico en áreas verdes y la oportunidad de disponer de una calidad ambiental mejor que en un espacio edificado y de alto tránsito, se incluye también el uso que se da a las plantas con un fin medicinal (Morris, 2003). A pesar de que este fin se encuentra en su mayoría en el espacio verde privado, en el espacio público también se puede encontrar este beneficio.

1.3.1.2 Salud mental.

Loureiro & Veloso (2014) en un estudio sobre ejercicio al aire libre muestran como resultado que la realización de ejercicio en contacto con la naturaleza predice efectos positivos sobre el afecto, bienestar psicológico y control del estrés, comparado con la realización de ejercicio bajo techo. En otro estudio sobre el nivel de estrés y espacios verdes (Karlsson & Grahn, 2011) se brindan ciertos indicadores sobre las actividades predilectas de los individuos que están continuamente expuestos a altos niveles de estrés. Los tipos de actividades más preferidas están relacionados con "actividades con animales", "refugio" y actividades de descanso" dentro del medio natural.

Pero la realización de ejercicio físico no es el único medio para disfrutar las bondades del espacio verde. Ryan (1997), citado por Morris (2003) describió el impacto positivo de incorporar jardines y espacios verdes en el trabajo terapéutico sobre patologías como demencia, dificultades motrices y en el tratamiento de recuperación en alcoholismo y drogadicción. La interacción entre plantas, tierra y personas permite la estimulación sensorial, ayuda en las relaciones sociales y permite una mejor calidad de vida urbana.

La psicología ambiental y las ciencias del paisaje han contribuido notablemente en la comprensión de la relación del hombre y el espacio natural. En este ámbito destacan los trabajos de Kaplan & Kaplan y Ulrich sobre los efectos restauradores de los ambientes naturales. En la teoría de Kaplan (1989) citado por (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998) se distinguen la atención espontánea como aquella que no requiere esfuerzo y la atención

consciente que demanda energía y produce un desgaste psicológico. Ejemplos de estímulos que producen la atención consciente son los vehículos, luces intermitentes, letreros luminosos y colores fuertes. Por otro lado, los estímulos que producen atención espontánea son los producidos por la naturaleza como la vegetación, el agua, el cielo y la luz solar. Por lo tanto la naturaleza sería un reforzador de la atención espontánea y por ende del estado de relajación y recuperación frente a las presiones de la vida urbana. Los estudios realizados por Ulrich et al (1991), citado por (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998) refuerzan la teoría de Kaplan. En esta investigación se exhibió una película sangrienta a un grupo de 120 individuos. Luego se exhibió una película sobre la naturaleza a la mitad del grupo, mientras que a la otra mitad se exhibió una película sobre la ciudad, edificios y tránsito. Luego de monitorear el pulso, presión sanguínea y ritmo cardíaco a todos los sujetos, se encontró que los niveles monitoreados regresaron a su valor normal dentro de 4 a 6 minutos para quienes vieron la película sobre naturaleza, mientras que para los sujetos que vieron la película sobre ciudad, la presión y ritmo cardíaco continuó en niveles altos.

1.3.2 Importancia cultural.

El uso del espacio verde privado está altamente influenciado por las costumbres históricas y ancestrales sobre la vegetación en los jardines y huertos. Son diversos los usos históricos que se les ha dado a las plantas como un bien medicinal, ornamental, como especia, como comestible o como bien material. El establecimiento de estas plantas se lo da en los espacios verdes de la casa pero también se encuentra en macetas por la facilidad y movilidad que presenta este material (Vásquez, 2014).

En cuanto a la importancia del verde urbano en el ámbito público, este se da por la valoración que se hace del espacio (importancia histórica, sitio sagrado) y las oportunidades que se derivan de él (espacio de intercambio cultural, fomento de las artes). La valoración que se otorga al paisaje está determinado por algunos factores biológicos y fruto de la experiencia personal y social. García (2013) manifiesta:

“Cuando juzgamos un paisaje realizamos una ecuación compleja y dinámica que incluye, además de los patrones universales, la relación con uno mismo, las oportunidades que se nos ofrecen en función del uso que procuramos realizar, así como los mitos y los valores culturales de la sociedad a la que pertenecemos. Sin embargo, la jerarquía entre estos niveles es variable y dinámico a lo largo de la vida, con mayor peso del componente orgánico en las primeras etapas de desarrollo, una

interpretación funcionalista en etapas adultas y una interpretación cultural más profunda en los tramos finales de la vida”

La importancia cultural se manifiesta también por el simbolismo que se le otorga a los árboles y plantas sobre un territorio o ciudad. Los árboles y los espacios verdes como las riberas y los parques se convierten en “musas” inspiradoras de poetas y artistas. Muestra de esto son las diversas menciones que se realizan a los árboles y espacios de vegetación en los himnos de distintas localidades. El espacio verde también se convierte en un sitio para aprender de la vida, la naturaleza y los animales. (Páramo & Mejía, 2004) a través de la investigación con niños señalan que los parques urbanos son una oportunidad para interactuar con algunos elementos del ambiente natural y en particular con especies animales. Recomienda a su vez que los parques urbanos sirvan de facilitadores de las transacciones con la naturaleza y que se empleen elementos como agua, plantas y árboles que faciliten el hábitat de especies nativas.

1.3.3 Importancia sobre la calidad ambiental.

La urbanización implica un mayor consumo de energía y recursos naturales, lo que trae consigo consecuencias ambientales adversas. Sin embargo, las áreas verdes son un mitigador de los efectos nocivos causados por la urbe. En el plano material, los árboles y la vegetación pueden ser utilizados como alimento, postes, materia prima, forraje, fibra, leña y otros productos en especial para uso en las comunidades de suburbios. Los árboles y el verdor contribuyen también como un interceptor del ruido, controlador de la contaminación del aire, regulador del microclima y proveedor de hábitat para especies de fauna urbana. Otros beneficios que han sido estudiados tienen que ver con la captación de agua, permeabilidad del suelo para regular el flujo, control de la erosión y otros usos productivos (Nascimento, Krishnamurthy, & Keipi, 1998; Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998).

Algunos estudios indican que la disposición de arboles adecuada en la cercanía de edificios puede contrarrestar el exceso de temperatura y ahorrar cientos de miles de dólares en aire acondicionado. Igualmente, la cortina de árboles situados en fuentes de ruido puede reducir de 3 a 5 decibeles en la estimación del ruido en el ambiente. Este efecto no solo se produce por la dispersión física de la vegetación sobre las ondas sonoras; también interviene un efecto sobre el propio sonido que genera la naturaleza y que desvía la atención sobre el ruido, además de disminuir la percepción del ruido al tapar visualmente la fuente emisora (Nowak, Dwyer, & Childs, 1998).

Respecto a la conservación de la biodiversidad por medio del espacio verde, es importante tomar en cuenta que el aprovechamiento del área urbana no se limita solamente a los parques, jardines y huertos donde existe suelo aprovechable. En los últimos años se han plasmado algunos conceptos de diseño e infraestructura verde para enverdecer techos y azoteas de casas con beneficios ambientales para los ciudadanos así como para las especies de flora y fauna. “El diseño de techos verdes con una variedad de sustratos y regímenes de drenaje, crea un mosaico de micro hábitats por encima y debajo del suelo y puede facilitar la colonización de diversas especies de flora y fauna (Brenneisen, 2006)”.

1.3.4 Importancia económica.

La capacidad del verde urbano para hacer del barrio un lugar más atractivo socialmente es quizá uno de los factores más importantes que deriva a su vez en beneficios económicos. La percepción del verde urbano como algo valioso puede ser observado en términos de dinero. Los predios con áreas verdes o que están cerca de parques y jardines tienen un mayor valor monetario (Nowak, Dwyer, & Childs, 1998). El atractivo de áreas verdes para el turismo local y externo puede ser aprovechado también como fuente de ingreso de recursos económicos, tanto por el cobro por visita a sitios de valor, como por el movimiento de economías locales en los alrededores (Tello, 2012). Los árboles y el verde urbano pueden fomentar la regeneración económica de áreas que históricamente han sido consideradas abandonadas o de un pobre atractivo, a través de la planificación urbana (Morris, 2003). De acuerdo a la FAO, el espacio verde urbano puede ser también una oportunidad para fomentar la agricultura urbana y con el fin de establecer la soberanía alimentaria y la nutrición, en especial de los sectores menos favorecidos económicamente (Kuchelmeister & Braatz).

Es importante mencionar que existe un gran ahorro sobre las funciones y servicios ambientales y sociales que brinda el espacio verde, el cual es difícil de cuantificar por la economía ambiental, pero se sabe que su ausencia genera gran cantidad de gasto. Se puede citar por ejemplo el expendio al que se incurriera en remediación ambiental y control de la contaminación al no tener los pulmones verdes, que además son barreras del ruido. Se pueden nombrar también los gastos generados por canalización de aguas lluvias o las pérdidas que se generaran en salud física y mental por una deficiente calidad de vida. Laghai & Bahmanpour (2012) realizan un resumen las funciones y servicios ambientales que brinda el espacio urbano de una manera muy clara. A continuación se detalla una traducción del mismo:

Tabla 1: Funciones y servicios del espacio verde urbano.

Función/Servicio	Fuente
Incrementa la prevalencia de actividad física	Van Sluijs et al., 2007
Recreación al aire libre	Grahn & Sorte, 1985; Busiey & Coles, 1995; Roovers et al., 2002
Salud	UN-World Health Organization, 1993
Servicios sociales	Escobedo et al., 2008
Servicios económicos	Conway & Urbani, 2007; Mcpherson et al., 2005
Interceptor y reflejante efectivo de la radiación solar (radiación solar de onda corta)	Chen & Jim, 2008
Mejoras en la energía térmica	Jeusen et al., 2003; Mcpherson et al., 1997
Disminuye la temperatura del ambiente interior	Mcpherson et al., 2006
Ahorro en calefacción	Mcpherson et al., 2006; Heisler, 1986
Reduce la contaminación del aire	Chen & Jim, 2008
Alivia la mala calidad del aire mediante la absorción de contaminantes gaseosos (por ejemplo O3, NO2), Intercepta partículas (por ejemplo PM10 como el polvo, cenizas, polen), Libera oxígeno. Modera las temperaturas de aire locales, reduciendo la frecuencia de las condiciones imperantes.	Mcpherson et al., 2006; Nowak et al., 2006
Reduce el riesgo de enfermedades relacionadas con calor	Blum et al., 1998
Reduce el estrés	Ulrich, 1981; Woo et al., 2009
Reduce la cantidad de escorrentía de aguas pluviales	Xiao & Mcpherson, 2002
Calefacción y aire acondicionado	Mcpherson et al., 2006
Intercepta y almacena aguade lluvia, reduciendo el volumen de escorrentía y retrasando el aparecimiento de flujos pico. Reduce el peligro de inundación, aguas superficiales contaminadas y carga contaminante de rios y lagunas	Mcpherson et al., 2006
Incrementa el atractivo de las comunidades	Chen & Jim, 2008
Reduce el ruido	Mcpherson & Simpson, 2002
Mejora el hábitat de vida silvestre	Nowak & Dwyer, 2002
Incrementa la deseabilidad del vecindario	Pepper et al., 2007
Purificación de aire y agua. Filtro de viento y ruido,. Estabilización del microclima. Servicios sociales y psicológicos	Ulrich, 1981

Provee oportunidades recreacionales. Incrementa el valor estético	Nowak & Mcpherson, 1993
Soporte para la biodiversidad	Gaston et al., 2005; Smith et al., 2005
Provee un sentido de paz y calma	Keplan, 1985; Song et al., 2007
Incrementa el precio de venta de casas alrededor.	Conway et al., 2008; Chen & Jim, 2006

Fuente: (Laghai & Bahmanpour, 2012, p. 2440)

Elaborado por: Tello, J.

1.4 La gestión del verde urbano

La gestión de espacios verdes es una tarea compleja que requiere principalmente de una administración eficiente y de los recursos suficientes para mantenimiento y ampliación de nuevas infraestructuras verdes. La gestión es una tarea que trae consigo una importante dosis de toma de decisiones por lo que también se requiere de un amplio conocimiento del espacio que se está gestionando. Es importante además contar con el apoyo y colaboración de los usuarios de éstas áreas para que sus beneficios sean sustentables en el tiempo. Finalmente, es imprescindible que la planificación de las áreas tomen en cuenta que existen limitaciones, inconvenientes y vulnerabilidades de la vegetación urbana que deben considerarse en todo momento.

1.4.1 Inconvenientes y desventajas de las áreas verdes urbanas.

Disponer de áreas verdes requiere de cuidados y atención constante. Si no se coordinan los espacios verdes de la urbe por medio de programas de mantenimiento y planeación, se corre el riesgo de neutralizar los beneficios y más bien de generar molestias a los usuarios. Una de los principales inconvenientes es el costo que genera el espacio por las necesidades de mantenimiento y el uso extensivo al que son expuestas las áreas verdes (Fratini & Marone, 2011). Al no disponer de recursos muchas áreas son abandonadas y se convierten en sitios poco atractivos, lejos de su propósito inicial. De acuerdo con estudios en Suecia, la distancia y el miedo a ser asaltado son dos causas importantes para que la gente se abstenga de ir a espacios verdes (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998).

La vegetación puede ser un factor desencadenante de alergias, asma y otros problemas de salud a los habitantes, en especial a los más vulnerables como ancianos (Morris, 2003). La situación puede ser más grave si se utilizan pesticidas y químicos para el tratamiento y manejo de plagas en las plantas. La falta de mantenimiento puede ser un obstáculo para el adecuado convivir con árboles y plantas en el momento en el que las ramas, troncos y raíces se convierten en obstrucciones, afectan infraestructuras como muros o postes de luz y caen accidentalmente interfiriendo el tránsito.

Finalmente, el espacio verde puede ser también un albergue para especies no deseadas como ratas, mosquitos o plantas invasoras, por lo que prevenir y corregir estos impactos no deseados depende de una adecuada planificación. Al respecto Nowak, Dwyer & Childs (1998) recomiendan que al momento de planificar se deberá disponer del árbol adecuado para el sitio adecuado. “Los programas exitosos de plantación de árboles deben hacer previsiones para la plantación y cuidados subsecuentes de los árboles. Los planes varían en complejidad y comprensibilidad, y pueden ser para arreglar un solo sitio, una comunidad entera o grupos de comunidades. Cada plan debe considerar el ambiente local físico y social y desarrollar estrategias dentro del plan para optimizar las necesidades del sitio, con los beneficios específicos deseados de los árboles”.

1.4.2 Amenazas y limitaciones del verde urbano.

Una de las principales limitaciones que tienen los administradores de áreas verdes tiene que ver con recortes de presupuesto y falta de fondos para gestión de los espacios de la ciudad. Es una tendencia general en países como Dinamarca y otras áreas a nivel mundial que mientras la cantidad de espacio bajo cuidado gubernamental sube, el presupuesto designado es inversamente proporcional (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998). Otro problema relacionado con el aspecto económico tiene que ver con una propensión en muchas ciudades a considerar a las áreas verdes como sitios potenciales para la construcción. Las obras de tránsito y el ruido también son una amenaza para el espacio verde, porque aíslan áreas verdes y corredores valiosos para la propagación de flora y fauna (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998).

Algunos aspectos inherentes al crecimiento de la vegetación en un medio gris son una amenaza para las áreas verdes de la urbe. Las diferencias de crecimiento entre la urbe y lo rural son significativamente distintas. Gilbertson & Bradshaw, (1985, citado por Nillson et al, 1997) indican que alrededor del 50% de los arboles plantados en un ambiente urbano mueren dentro del primer año. Además, en muchas ciudades los árboles han alcanzado los límites de su edad biológica, por lo que gran cantidad de árboles superan ya los 100 años de edad.

Otra amenaza se suscita por la continua exposición de los árboles a la contaminación urbana por lo que su vida promedio se reduce. Esto sumado a deficientes condiciones de nutrición por la limitación de sustrato y agua, hacen que las defensas bajen y los árboles y vegetación sean más susceptibles a problemas fitosanitarios (Llanos). La compactación del

suelo es otro hecho que restringe la cantidad de agua y aire para la raíz de la planta por lo que su mortalidad se incrementa (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998).

Finalmente, el vandalismo es una amenaza importante para la vegetación así como para el uso y aprovechamiento de parques por parte de la comunidad. Esto es más notable en áreas de bajo ingreso (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998). Este es quizá uno de los factores que más se podrían trabajar con la comunidad como lo señala Sommer et al (1994 citado por Nowak, Dwyer, & Childs, 1997, pp 33) “El aspecto más esencial y supervisado de los programas exitosos de plantaciones de árboles es la participación de la comunidad. Los estudios han demostrado que los residentes municipales quienes plantaron árboles frente a sus hogares como resultado de un esfuerzo organizado por la comunidad, estaban más satisfechos con las especies, ubicación y resultados del proyecto de plantación, que los residentes que no participaron. Los residentes cuyos árboles fueron plantados por el fraccionador son los menos satisfechos con la plantación y a menudo no reciben ninguna información acerca del árbol o cómo cuidarlo”.

Es por lo tanto trascendente en materia de gestión seguir las recomendaciones de autores que han investigado en los espacios verdes públicos y privados de la ciudad de Loja (Tello, 2012) (Vásquez, 2014) en cuanto a que se requieren 3 componentes fundamentales de participación: una cooperación interinstitucional organizada, la intervención de la comunidad y el involucramiento de todas las partes interesadas en conjunto.

1.5 La evaluación del espacio urbano y su vegetación

La vegetación urbana y el espacio en el cual ésta se encuentra puede ser evaluada por distintos métodos que varían de acuerdo al objetivo que se pretende alcanzar. Existe una gran cantidad de metodologías para evaluar el espacio verde, desde el punto de vista de su estructura así como de sus servicios ambientales, sociales culturales o económicos. Es importante mencionar que muchos métodos de evaluación de la silvicultura tradicional son también útiles para la forestería urbana, aún cuando existan claras diferencias entre el verde urbano y el verde periurbano.

Los métodos para evaluar igualmente varían desde los estudios cuantitativos o cualitativos. Con el método elegido, el espacio público así como también el privado pueden ser evaluados. Angeoletto (2012) propone por ejemplo la evaluación de patios privados por medio de algunos índices como el índice de importancia, índice de diversidad de Shannon, índice de Simpson, índice de Morsita Horn, número de individuos por metro cuadrado, entre otros. En cuanto a la evaluación de árboles y vegetación en general en el espacio público

existen los diagnósticos cualitativos y los inventarios de vegetación, que pueden ser acompañados de herramientas SIG para su geo-referenciación.

1.5.1 Los inventarios de vegetación urbana.

Miller 1997 (citado por Wood, 1999) indica que el manejo de recursos, cualquiera que éstos sean, necesita que inicialmente se realice un inventario de los mismos. Los inventarios son una herramienta efectiva para los fines de mantenimiento y administración de áreas verdes urbanas. La ubicación, así como los atributos de los arboles y arbustos son necesarios para la planeación en municipios y gobiernos locales (Goodwin, 1996). Pero su utilidad no solo se ve limitada al ámbito de la gestión. Realizar un inventario es una herramienta esencial para la investigación sobre la ecología urbana de una ciudad.

Los inventarios botánicos también proveen una fuente de datos necesaria para otros estudios cuya variable incluye al verde urbano y su caracterización. Los inventarios son una herramienta para tomar decisiones correctas en cualquier ámbito en el que se quiera utilizar. Wood (1999) describe los usos principales que se pueden dar a los inventarios de arboles, entre los que se encuentran programas de manejo, presupuestos, trabajo eficiente, educación ambiental e información.

De manera general se pueden clasificar a los inventarios como cualitativos y cuantitativos. Los inventarios cualitativos responden a preguntas como ¿qué especies y cuántas especies hay? Es decir, su objetivo es desarrollar un listado de especies presentes pero sin contar con la población total de cada especie. Los inventarios cuantitativos en cambio se preguntan ¿cuántos individuos hay de cada especie?, por lo que los resultados muestran el número de individuos que se hallan en cada una de las especies encontradas (De la Torre, 2014).

Los inventarios pueden contener dos tipos de información: provisional o perenne. La información provisional es susceptible de cambiar, en campo la información perenne se mantiene mientras el espécimen se mantenga en pie. Ejemplos de información provisional son los atributos como estado del árbol, tamaño, requerimientos de poda. En cambio la información perenne se caracteriza principalmente por el nombre del espécimen o la ubicación.

Wood (1999) realiza un recuento de la información que puede ser recolectada por los inventarios, tomando en cuenta que los atributos a elegirse dependerán del objetivo a lograr, del tamaño de los medios económicos y humanos disponibles y del método que se vaya a elegir:

Tabla 2: Información recolectada por los inventarios.

Variable o atributo	Recomendación
Nombre de la Especie, Familia	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe colocar el nombre científico acompañado por el género y especie. • A pesar de que el nombre vernáculo es diferente en cada localidad y puede causar confusiones, se recomienda colocar uno o varios nombres comunes por el cual la especie es conocida. • El nombre común puede ser usado para fines educativos con la comunidad. • También se pueden usar códigos
Medidas del espécimen	<ul style="list-style-type: none"> • Por ejemplo DAP (diámetro a la altura del pecho, altura, ancho de copa, biomasa)
Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden utilizarse varios referentes como calle, cuadrícula en el mapa, distancia a un punto específico, bloque, dirección o número secuencial. • Actualmente se utilizan coordenadas por medio de GPS
Características del sitio	<ul style="list-style-type: none"> • Es de utilidad describir ciertas características como tipo de sitio, uso de la tierra, cobertura del piso, ancho de la calle, compactación del suelo o espacio disponible para nuevas plantaciones
Condición del árbol	<ul style="list-style-type: none"> • Vivo o muerto, condición del follaje, color, esperanza de vida, etc. • No debe confundirse con necesidad de mantenimiento
Daños o enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • Daños mecánicos en troncos, ramas o raíces. • Origen del daño: vandalismo, incendios, viento, nieve. • Daños por pestes: insectos, aves, roedores, cavidades etc.
Necesidad de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de podas, remoción de hojas muertas, troncos.
Acciones recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> • Algunas acciones son recomendadas de tomar en el sitio. • Agua, fertilizantes, proridad del trabajo, etc.

Fuente: (Wood, 1999)

Elaborado por: Tello, J.

1.5.2 Inventarios mediante SIG.

Los SIG son herramientas muy útiles para obtener, almacenar, manipular o corregir información. Su posibilidad de visualización por medio de mapas en conjunto con el empleo

de la base de datos permite realizar diversas tareas. La información a su vez puede ser superpuesta con otra información, además de la posibilidad de realizar análisis longitudinales de una manera sencilla. La utilización de inventarios mediante SIG es una técnica que permite la localización y en el caso que se requiera, la reubicación de los árboles. Esta es una ventaja frente a los inventarios de información que solo recolectan atributos (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998).

Para la recolección de datos existen algunas técnicas que se pueden usar por medio de los sistemas de información geográfica, como por ejemplo fotointerpretación aérea, recolección de puntos GPS, técnicas de agrimensura o el uso de mapas para ubicación. Cada técnica presenta ventajas y desventajas en la realización del trabajo de inventario. En el caso de fotointerpretación aérea, aparentemente no se requiere trabajo in situ; sin embargo, existen ciertos atributos que necesariamente deben tomarse en el campo (Goodwin, 1996).

En los últimos años la tecnología por medio de sensores remotos LIDAR (Light Detection and Ranging) ha empezado a ganar espacio dentro de la recolección de datos de los SIG. Los inventarios forestales mediante LIDAR son posibles con un margen alto de precisión, aunque el ruido visual que generan vehículos o antenas puede ser un factor de error al momento de diferenciar las copas de los árboles (Yépez & Lozano, 2014).

Es importante tomar en cuenta que cualquier inventario requiere de personal calificado para coleccionar o manipular los datos. Para registrar las variables se puede contar con papel y lápiz, sin embargo, cuando la cantidad de información es extensa es conveniente utilizar un recolector de datos como un computador o una Tablet (Nillson, Randrup, & Tvedt, 1998). Existe en el mercado diverso software y hardware que puede ayudar a que el trabajo sea más eficiente. Algunos dispositivos inclusive pueden recolectar datos, coordenadas y además información multimedia como fotografías o video.

1.5.3 Análisis de la información recopilada.

El estudio de la biodiversidad requiere de la separación y consideración de los diferentes niveles, que nos llevan como resultado la obtención de información más allá de los simples listados. En este sentido, a la biodiversidad entendida como la variedad de diferentes formas de vida, se la puede tomar desde las medidas de diversidad alfa, beta y gamma. En el caso de la diversidad alfa, la riqueza de la comunidad se considera homogénea y actúa a un nivel local. Como unidad local se puede referir tanto a una unidad de bosque, una unidad de paisaje, un tipo de formación vegetal o un tipo de asociación vegetal. En contraste con la

diversidad alfa, la diversidad beta y gamma se refieren a unidades de medición o escalas mayores a nivel ecosistémico o regional (Villareal, et al., 2006).

Para simplificar la información utilizada en los inventarios es muy útil el empleo de índices. El sentido del uso de los índices de diversidad tiene por finalidad resumir toda la información en un solo valor. De esta manera, con cantidades unificadas es más fácil realizar comparaciones.

1.5.3.1 Estimación de la riqueza específica.

Para estimar la riqueza se puede utilizar el índice riqueza de especies. Es un indicador directo y sencillo que contabiliza el número de especies encontradas por sitio de muestreo. También se puede estimar la riqueza a nivel de familias, así como de otros componentes taxonómicos.

1.5.3.2 Estimación de la abundancia.

La abundancia es un indicador del número de individuos que están presentes por cada especie muestreada. Es igualmente un indicador sencillo y directo. Se puede así mismo estimar la abundancia a nivel de familias y de otros componentes taxonómicos.

1.5.3.3 Estimación de la diversidad alfa mediante el índice de Shannon-Wiener.

El índice de Shannon permite un acercamiento a la estructura de las comunidades, es decir del número de las especies en relación con su abundancia. Se considera un índice de equidad precisamente porque toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentra distribuida. Los valores toman un rango de 0.5 a 5, donde a mayor cantidad, mayor diversidad. Como requisito para aplicar éste índice, es necesario que cada especie a analizar sea representativa de la muestra. En otras palabras, se requiere de un muestreo aleatorio con inclusión de todas las especies. El índice de Shannon está representado por la fórmula:

$$H' = - \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

P_i = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular con el logaritmo natural (\ln) o con el logaritmo con base 10 (\lg_{10}). Al momento de reportar o de presentar informes, es importante detallar este particular (BOLFORD, Mostacedo, & Fredericksen, 2000).

1.5.3.4 Análisis de otros componentes ecológicos.

Como parte del análisis de inventarios forestales, un complemento imprescindible es inclusión analítica de las especies que por lo general representan una minoría cuantitativa pero son de gran valor ecológico (positivo o negativo) para la comunidad inventariada. Estas variedades son las representadas por las especies amenazadas, endémicas e invasoras.

El nivel de amenaza corresponde a aquellas especies raras autóctonas y que se encuentran en peligro de extinción. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desarrolló una clasificación cuantitativa basada en la probabilidad de extinción, donde se presentan tres niveles: peligro crítico de extinción, peligro de extinción y especies vulnerables (Smith & Smith, 2007, p. 634). El libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León Yáñez, Valencia, Pitman, Endara, Ulloa, & Navarrete, 2011) recoge información al respecto.

El endemismo está considerado como la distribución exclusiva de una especie en un área geográfica delimitada y de forma natural. El criterio de una especie endémica puede ser local, nacional, regional e incluso continental. Para determinar el endemismo es útil consultar el libro rojo así como la pagina web trópicos.org, que contiene una base de datos exhaustiva de la distribución de las especies de flora a nivel mundial.

Las especies invasoras representan a la flora y fauna no autóctonos, introducidos de forma intencionada o accidental, y que originan la pérdida de especies nativas vulnerables mediante la depredación, el pastoreo, la competencia y la alteración del hábitat (Smith & Smith, 2007, p. 634). Para cada país se han regulado listados de especies invasoras de acuerdo a los criterios de vulnerabilidad de cada ecosistema. Son importantes de analizar por su contribución al incremento de la vulnerabilidad de comunidades nativas.

CAPITULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El estudio está ubicado en la ciudad de Loja, en la provincia del mismo nombre. Limita al norte con la provincia del Azuay, al sur con la república del Perú, al este con la provincia de Zamora Chinchipe y al oeste con la provincia de El Oro y con Perú. Según el censo Nacional del Ecuador (2010) tiene una población de 214.855 habitantes y una tasa de crecimiento del 1,1%. Su extensión es de 2.968 km². El clima es templado y varía de 16 a 21 grados centígrados. La población se concentra principalmente en el área urbana (dato). La provincia presenta una topografía accidentada propia de la serranía, la cual forma diversos nudos y valles como Vilcabamba, Catamayo, Malacatos, entre otros.

El inventario se realizó sobre las márgenes río Zamora dentro del área urbana de la ciudad. El río Zamora es un afluente del río Santiago, el cual luego desemboca en el río Marañón y pasa finalmente a formar parte del río Amazonas. La longitud del río considerada fue de 4946 metros, desde el sector puente de la calle Daniel Armijos cerca del parque Jipiro, coordenadas 699521 X 9560458 Y hasta el sector Zamora-huaico, en el puente cerca de la calle río Orinoco, coordenadas 701399X 9556452Y. La altitud máxima registrada fue de 2110 m.s.n.m. sobre Zamora-Huaico, mientras que la altitud mínima fue de 2040 m.s.n.m. sobre Jipiro.

2.2 Inventario botánico

2.2.1 Materiales.

Para el trabajo de campo se utilizó un GPS portátil equipado con una antena cuadrifilar hélix, la cual permite una mejor recepción en ambientes arbolados y malas condiciones ambientales. El registro de datos se realizó con una tableta táctil Apple Ipad equipada con la hoja de cálculo Numbers[®]. Este programa permite la recolección de datos de una manera eficiente porque dispone de dos ventajas. La primera es que no requiere la introducción de datos con el teclado sino que los atributos pueden estar precargados y solo se eligen a manera de lista de chequeo. La segunda ventaja es que se puede elegir entre el modo tabla de datos y el modo de registro para ingreso cada dato. También se utilizó una cámara fotográfica para registrar observaciones especiales, fundas para recopilar muestras y tijeras de poda. Para facilitar la identificación de especímenes se contó con las siguientes documentos: Árboles y arbustos de Cuenca (Idrovo, 2001), fichas botánicas del inventario preliminar de la flora vascular de Cuenca (De la Torre, 2014), la base de datos en la página web trópicos.org y el libro “Árboles y arbustos de parques y avenidas de Loja” de Zhofre Aguirre, Universidad Nacional de Loja. El análisis de la información se realizó en un computador por medio del programa Excel y del programa ArcGIS.

2.2.2 Metodología.

El trabajo investigativo estuvo dividido en varios pasos que se detallan en el siguiente esquema.



2.2.2.1 Revisión bibliográfica.

El primer paso en la investigación consistió en la búsqueda y revisión de toda la información disponible que iba a ser de utilidad. Entre otros documentos, se revisaron inventarios forestales, manuales de dendrología y de inventarios vegetales, ortofotos de la ciudad de Loja, manuales de identificación de especies y artículos científicos sobre inventarios vegetales urbanos.

2.2.2.2 Prueba piloto.

Con el fin de poner a prueba los equipos a utilizarse, las variables a elegir y la factibilidad de la realización de un inventario sobre las márgenes del río Zamora, se realizó una prueba sobre 200 metros de terreno, ubicados al frente del estadio municipal. Con la prueba se pudo determinar las variables a medir, los tiempos que iba a requerir el estudio y las fortalezas y debilidades de los instrumentos utilizados.

2.2.2.3 Consulta de expertos.

Una vez realizada la prueba piloto, para la elección de las variables más adecuadas del estudio se contó con el apoyo del biólogo Pedro Kingman, botánico, servidor público encargado del vivero de parques y jardines del Municipio de Loja, y del doctor Daniel de la Torre, especialista en botánica de la Universidad Católica de Cuenca.

2.2.2.4 Registros y equipos.

Con el aporte de los expertos sumado al aprendizaje en la prueba piloto, se logró conseguir un criterio útil para la selección de variables a incluir en el inventario. En la elección de las variables a estudiar se excluyeron aquellas que tomaban demasiado tiempo en analizar, las que requerían de mucho esfuerzo para un solo colector o aquellas que no iban a ser relevantes para el análisis posterior. Con las variables escogidas, se procedió a elaborar un formato de registro para el Ipad, se calibró el equipo GPS al datum y sistema de coordenadas WGS 84 UTM y se habilitó un sistema para toma de muestras codificado.

2.2.2.5 Trabajo de Campo.

Todo individuo cuya altura fue mayor a un metro y que se encontraba en alguna de las dos márgenes del río se registró. Esto incluía a especies de hábito arbóreo, arbustivo, trepador y herbáceo. Las variables que se registraron con el GPS fueron:

- Coordenadas UTM X e Y (datum WGS84 zona 17 sur) .
- Fecha, hora y altitud sobre el nivel del mar.

Las variables tomadas en cuenta para el registro digital fueron:

Tabla 3: Variables para el estudio.

VARIABLES	DETALLES
Código	El mismo para GPS y hoja de cálculo
Nombre vernáculo	Nombre común
Nombre científico	Incluye autor/es
Familia	Incluye sub-familia para algunas especies
Tamaño	1 a 3m, 3 a 5 m, 5 a 10m, más de 10 m.
Carácter (nativo/introducido),	Nativo o introducido
Hábito (arbóreo, arbustivo, trepador, herbáceo)	Arbóreo, trepador, arbustivo, herbáceo.
Otras observaciones (peligros potenciales, necesidad de mantenimiento, etc.).	Peligros potenciales, necesidades de mantenimiento

Elaborado por: Tello J.

Luego del trabajo de campo, en la parte del trabajo de oficina se pudo agregar la variable ecología que indica si la especie pertenece al libro rojo de las plantas del Ecuador, si es endémica para el país o la región, o si es invasora.

En el inventario no se incluyó ninguna especie epífita. Tampoco se consideraron para la geo-referenciación las especies plantadas a manera de setos como ingarrosa (*Lantana camara* L.) y cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), las cuales forman una barrera entre la margen del río y la vereda. La especie ojos de poeta (*Thunbergia alata* Bojer ex Sims) de hábito trepadora no se inventarió por no alcanzar la altura requerida. A pesar de esto, está presente en prácticamente todo el trayecto de modo invasivo.

Se excluyó del estudio al parque Jipiro por tener una estructura diferente (no lineal) de la vegetación, correspondiente a un parque. Para el sector correspondiente al cuartel militar Gral. Miguel Iturralde, por ser un área privada y restringida, se solicitó permiso para registrar únicamente la vegetación de la margen del río en una distancia de hasta cinco metros de la orilla.

Las especies que no pudieron identificarse por su nombre o familia fueron fotografiadas y codificadas. Cuando era posible acceder a las hojas, flores o frutos, se pudo tomar además una muestra para su posterior identificación botánica.

2.2.2.6 Codificación y análisis de los resultados.

Una vez terminado el trabajo de campo, se requirió de trabajo en oficina para pulir y analizar la información recolectada. Los registros del GPS y la tabla se unificaron para conformar una nueva tabla, la cual se insertó en el software ARCGIS 10.1[®] con el fin de combinar los datos y extraer los puntos georeferenciados. Como base para el análisis se utilizaron ortofotos de la ciudad de Loja. Los puntos pertenecientes a cada árbol permitieron analizar la información y combinar los criterios para los resultados. Algunos datos fueron analizados con la herramienta tabla dinámica de Excel[®]. Para el cálculo de la biodiversidad se utilizó el índice de Shannon, utilizando como base el logaritmo natural. Con el fin de encontrar el punto más biodiverso en el tramo, la línea del río se dividió en 10 partes y se analizó el número de individuos, especies, familias e índice de Shannon de cada segmento.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Clasificación general

Tabla 4: Clasificación general del inventario

Clasificación general					
	Nativos		Introducidos		Total general
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
Individuos	1706	65,82%	886	34,18%	2592
Especies	36	44,44 %	45	55,56%	81
Familias	21		24		40

Elaborado por: Tello, J.

Como se puede observar en la tabla 3, un total de 2592 plantas clasificadas en 81 especies y 40 familias fueron registradas. Si consideramos la distribución lineal que se presenta en el inventario de las márgenes del río, se puede decir de forma aproximada que existe una especie plantada por cada cuatro metros lineales en promedio a cada lado del río.

En el conteo general se puede observar que el número de individuos nativos registrados es el doble que el de los individuos introducidos. A pesar de esta mayor cantidad en registros, el número de especies y familias presenta una menor biodiversidad en el carácter nativo en comparación con el introducido. En otras palabras, los individuos nativos representan una mayor cantidad de individuos pero una menor variedad de especies y familias.

3.1.1 Especies más abundantes.

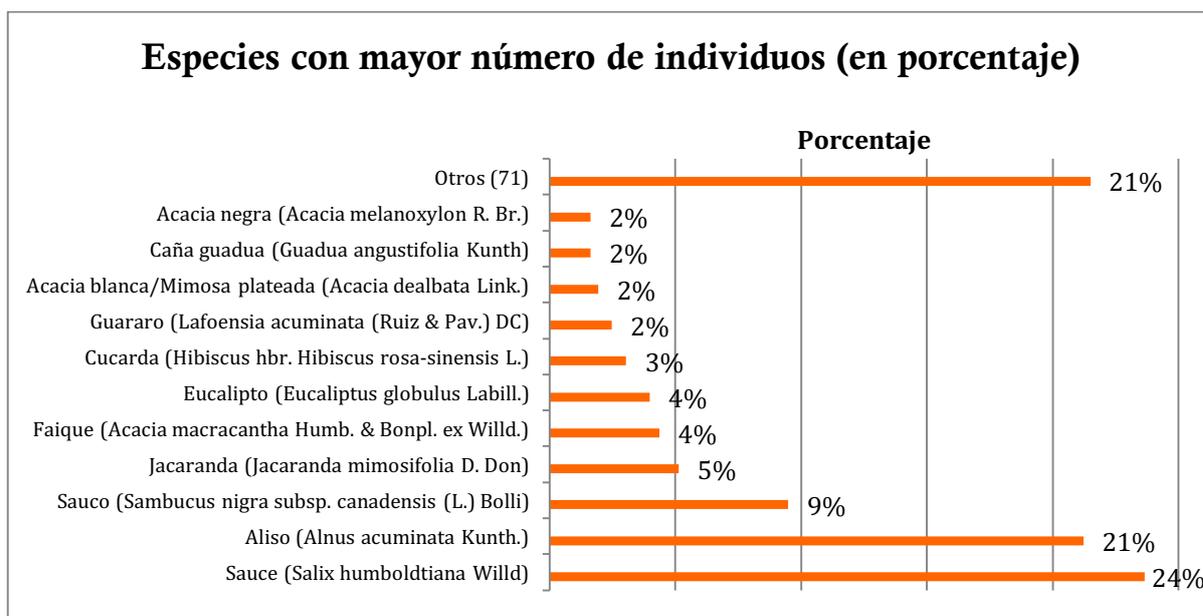


Gráfico 1: Especies con mayor número de individuos.

Fuente: Elaboración propia

Alrededor del 80% del registro forestal del río está representado únicamente por 11 familias. El restante 20% de la distribución la comparten las otras 70 especies. Esto evidencia la dominancia de ciertas especies arbóreas en su mayoría plantadas por la mano del hombre. En contraste con ambientes naturales donde las estrategias de supervivencia y reproducción determinan su población, en el río Zamora se evidencian aspectos antrópicos como siembras de pocas variedades y en grandes cantidades, plantaciones de muchas especies en un área limitada o plantaciones densas de una única especie en todo el espacio inventariado.

En el registro de las especies más abundantes sobresalen el árbol de sauce (*Salix humboldtiana* Willd.) y el aliso (*Alnus acuminata* Kunth), los que conjuntamente suman el 45% de las especies y son los responsables de la alta cantidad de especies nativas registradas en el total. Ambos especímenes están distribuidos por toda el área inventariada y conviven conjuntamente aunque el aliso parece haber sido plantado más recientemente. En el caso del sauce, existen algunos especímenes plantados probablemente en el último trimestre que no fueron contabilizados por no tener la altura mínima pero que podrían elevar la cantidad de individuos registrados de esta especie si sobreviven.

También se observan ejemplos de árboles de alta abundancia pero de distribución exclusiva o limitada a una zona. Estos son los casos del jacarandá (*Jacaranda mimosifolia* D. Don), del eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill.), de la acacia negra (*Acacia melanoxylon* R. Br.) y de la mimosa plateada (*Acacia dealbata* Link.). El jacarandá predomina en el sector del estadio mientras que el eucalipto predomina sobre el sector de Zamora-Huaico. La acacia negra y la mimosa plateada son exclusivas de la parte privada del destacamento militar y un área de influencia directa de 200 metros cerca del destacamento, lo que indica que posiblemente fueron plantadas sobre el espacio privado y público simultáneamente.

3.1.2 Familias más representativas.

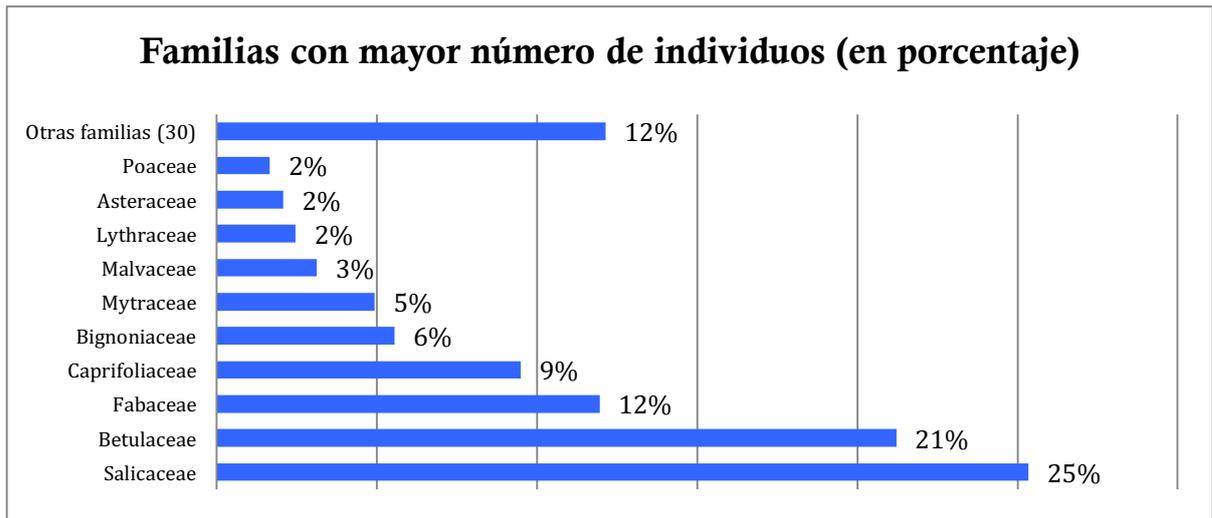


Gráfico 2: Familias más abundantes.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, la distribución de las familias representativas es en cierta manera similar a las especies más abundantes. En este caso, el 84% de la población registrada está representado por el 20% de las familias, es decir por ocho de las 40 familias que son el total registrado. Este resultado se aproxima mucho a la regla de Pareto, un fenómeno muy estudiado en aspectos sociales, económicos y de población.

3.1.3 Altura.

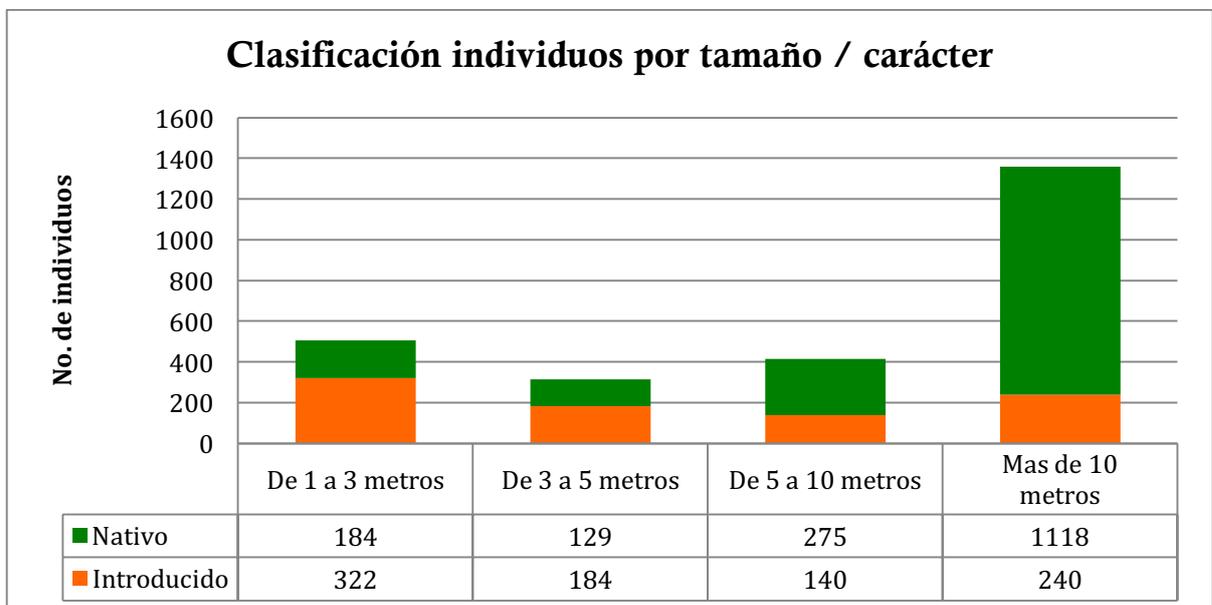


Gráfico 3: Clasificación por tamaño / carácter.

Fuente: Elaboración propia

El registro muestra que es más abundante el número de especies que tienen una altura mayor a 10 metros. En segundo lugar se encuentran las especies de uno a tres metros, caracterizadas tanto por individuos jóvenes como por arbustos. Al dividir la altura de las especies registradas por su carácter, se puede notar que existen diferencias considerables. Mientras que en los árboles de más de 10 metros el conteo de nativos es mayor, en las especies de uno a tres metros se registra mayor abundancia de especies introducidas. Las especies de tamaño intermedio (de tres a 10 metros) representan apenas el 13% del total registrado. Esto se puede observar fácilmente en el lugar, donde la predominancia de árboles de copas altas y grandes es perceptible.

3.1.4 Hábito.



Gráfico 4: Individuos por hábito.

Fuente: Elaboración propia

En el río Zamora existe una clara dominancia de las especies de hábito arbóreo. En este sentido, existe un gran aporte de sombra, de protección contra el viento y de protección contra la erosión que brinda dicho tipo de vegetación. En segundo lugar se encuentran las especies de hábito arbustivo con aproximadamente el 9% de abundancia del total registrado. Algunos ejemplos significativos de arbustos son la cucarda (*Hibiscus rosasinensis* L.), el laurel ornamental (*Nerium oleander* L.), la chilca (*Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.) y el llin llin (*Senna mollissima* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby). Entre las pocas especies herbáceas registradas destaca la caña guadúa (*Guadua angustifolia* Kunth). Las especies trepadoras arrojaron apenas seis registros y cuatro

familias. El inventario prescindió del registro de especies de hábito epífita, sin embargo se evidenciaron especies representantes de esta estructura en el sitio.

3.1.5 Carácter.

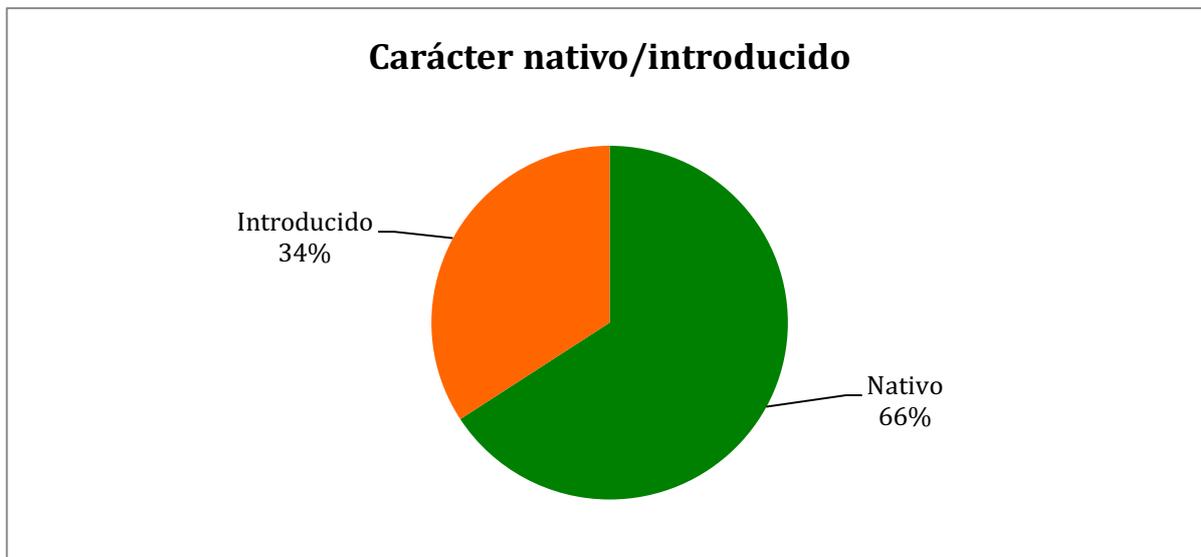


Gráfico 5: Clasificación por carácter.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran una relación de abundancia nativo / introducido de dos a uno. Sin embargo, como se comentó anteriormente, esto no es igual si se observa la abundancia en especies y familias, donde las especies introducidas son mayores a las nativas.

3.1.6 Endemismo y vulnerabilidad

Tabla 5: Endemismo y vulnerabilidad.

Especies endémicas de la región y en libro rojo						
Nombre científico	Registros	Endemismo				Libro Rojo
		EC	PE	COL	BOL	
Floripondio blanco (<i>Brugmansia arborea</i> L.)	2	x				
Pumamaqui (<i>Oreopanax gr. ecuadorensis</i> Seem.)	2	x				x
Guatunguillo (<i>Lochroma fuchsoides</i> (Bonpl.) Miers.)	1	x		x		
Motesiso (<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby)	2	x		x		
Porotón, cáñaro (<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli)	37	x		x	x	
Sauco nativo (<i>Cestrum peruvianum</i> Willd. Ex Roem. & Schult)	2	x	x	x		
Ramnus, nigua (<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.)	2	x	x	x		
Guararo (<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC)	64	x	x	x	x	
Nega (<i>Liabum floribundum</i> Less.)	1	x	x			
Total	113					

Fuente: Elaboración propia

Una vez registradas las distintas variedades de vegetación en la tabla, se pudo revisar en la bibliografía aquellas especies que son consideradas endémicas para la región (Ecuador,

Perú, Colombia y Bolivia). Un total de nueve especies que suman 113 registros fueron categorizadas como endémicas. De éstas, sobresalen como especies endémicas sólo para el Ecuador el floripondio blanco (*Brugmansia arbórea* L.) y el pumamaqui (*Oreopanax gr. ecuadorensis* Seem).

La única especie endémica considerada en peligro es el pumamaqui (*Oreopanax gr. ecuadorensis* Seem) con dos registros y catalogada como LC (*low concern*, preocupación menor).

3.1.7 Especies invasoras.

Tabla 6: Especies consideradas invasoras.

Especies consideradas invasoras registradas en el inventario				
Especie	Individuos	Cat. España	Cat. Ecuador	100 esp. Mundial
Acacia blanca (<i>Acacia dealbata</i> Link)	50	x		
Acacia negra (<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.)	42	x		
Carrizo (<i>Arundo donax</i>)	1	x	x	x
Papiro (<i>Cyperus alternifolius</i> L.)	11	x		
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.)	103	x		
Acacia leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.)	26	x	x	x
Alamo (<i>Populus x.canadensis</i> Moench.)	32	x		
Higuera del diablo (<i>Ricinus communis</i> L.)	9	x	x	
Solanum (<i>Solanum mauritianum</i> Scop.)	9	x		
Retama de olor (<i>Spartium junceum</i> L.)	4	x		
Pino (<i>Pinus patula</i> Schiede)	17	x	x	
Total	304			

Fuente: Elaboración propia

En el Real Decreto 630 de España (2013) se catalogan las especies invasoras para ese país. En el listado se incluyen las especies exóticas de las cuales hay evidencia científica que constituyen una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agricultura o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural. A pesar de no ser una lista oficial para el Ecuador, nos puede dar una orientación para analizar las especies que se encuentran en las márgenes del río y pueden generar algún daño. Se deben tener dos consideraciones al respecto: la primera que ésta no es una lista nacional sino una guía referencial para el inventario y segundo, en el catálogo español las especies consideradas invasoras están incluidas las islas Canarias que corresponden a un área altamente vulnerable. Se considera además el listado preliminar de especies invasoras del Ecuador continental publicado por el MAE y el listado de las 100 especies más invasoras considerado por la UICN.

3.1.8 Índice de Shannon.

El índice de Shannon representa una medida de heterogeneidad de acuerdo a dos factores: el número de especies presentes en la comunidad y su abundancia relativa. Los valores del índice van desde 0.5 hasta el cinco, donde los valores más altos representan mayor diversidad de la comunidad. El inventario forestal sobre las márgenes del río Zamora presenta un índice de Shannon de 2.85 (con logaritmo natural \ln), considerado como diversidad media. Esto nos indica que la diversidad en el área de estudio está en niveles regulares; sin embargo hay que tener presente que este índice se ve afectado por la cantidad de especies exóticas presentes.

3.2 Resultados por segmentos

Además del análisis del índice de Shannon del inventario total, se realizó una división de la línea del río en 10 segmentos de igual longitud (509 metros). El objetivo de la segmentación fue determinar dónde se encuentran los puntos más biodiversos, abundantes, de mayor riqueza o de importancia en comparación con los demás segmentos.

A continuación se presentan los distintos segmentos con sus valores resultantes:

3.2.1 Segmento 1.

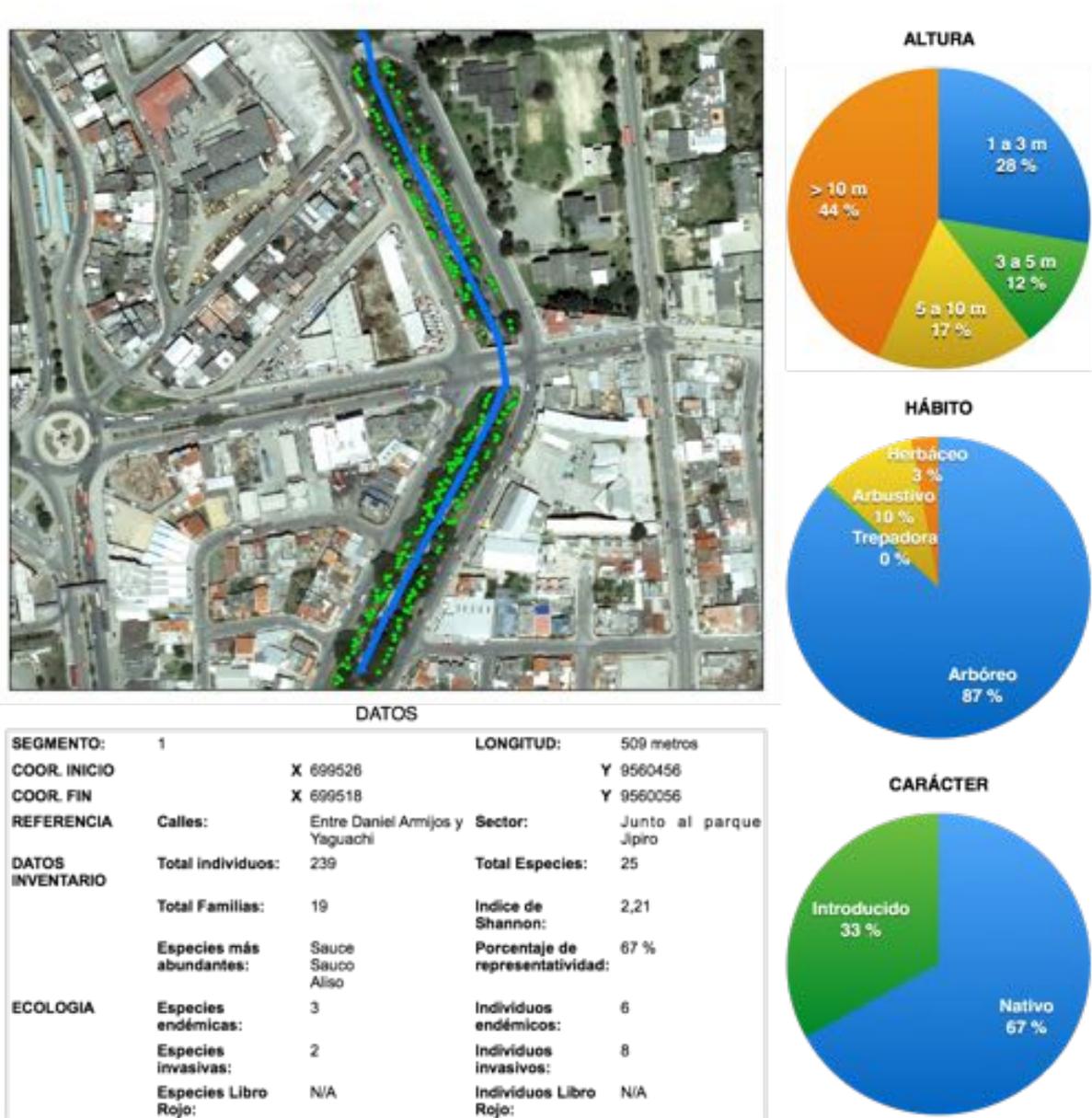


Ilustración 1: Resultados primer segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

Corresponde al segmento más próximo al parque Jipiro. Las tres especies más abundantes (*Salix humboldtiana* Willd, *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli y *Alnus acuminata* Kunth.) son representantes del 67% de la población total para ese segmento. Dominan las especies de una altura mayor a 10 metros, de hábito arbóreo y de carácter nativo. Destaca en este segmento la especie de acacia leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) como invasora, con siete individuos.

3.2.2 Segmento 2.

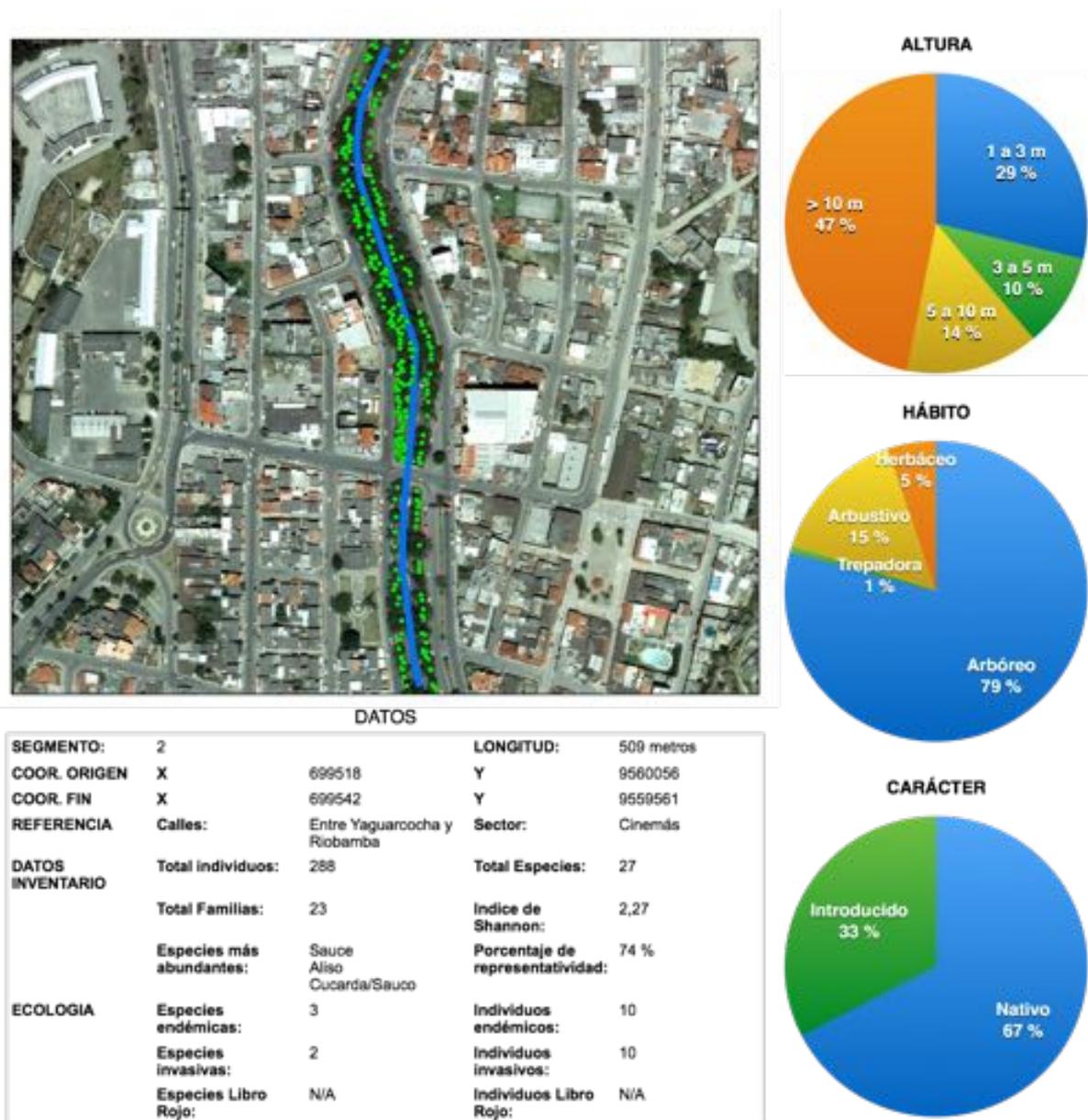


Ilustración 2: Resultados segundo segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

En este segmento existe una clara dominancia de 4 especies (*Salix humboldtiana* Willd., *Alnus acuminata* Kunth., *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli e *Hibiscus* hbr.), las cuales representan el 74% de la población total para el segmento. En su mayor parte, las especies son de altura mayor a 10 metros, de hábito arbóreo y carácter nativo, manteniendo valores cercanos al promedio general.

3.2.3 Segmento 3.

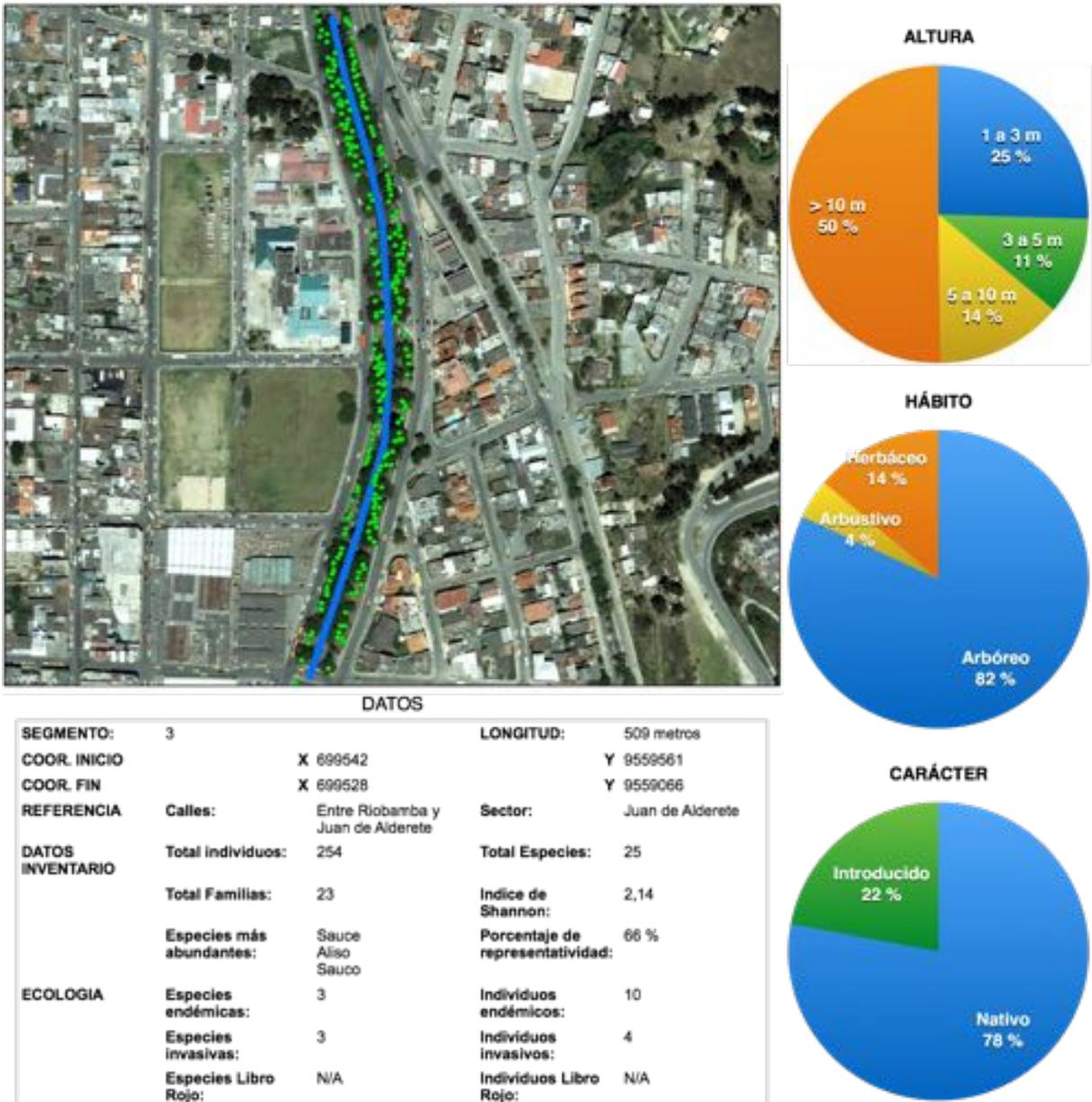


Ilustración 3: Resultados del tercer segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

En este segmento existen 3 especies que representan el 66% de la población (*Salix humboldtiana* Willd, *Alnus acuminata* Kunth. y *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli). Se mantienen valores similares al promedio general en altura mayor a 10 metros, hábito predominantemente arbóreo y carácter nativo.

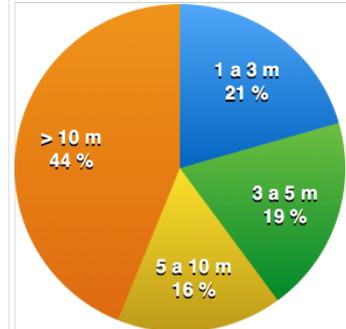
3.2.4 Segmento 4.



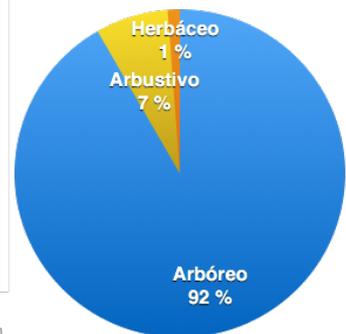
DATOS

SEGMENTO:	4	LONGITUD:	509 metros	
COOR. INICIO	X 699528	Y	9559066	
COOR. FIN	X 699639	Y	9558649	
REFERENCIA	Calles: Entre Juan de Alderete y Daniel Alvarez	Sector:	Mercado	
DATOS INVENTARIO	Total individuos:	253	Total Especies:	28
	Total Familias:	22	Indice de Shannon:	2,22
	Especies más abundantes:	Sauce Aliso Sauco	Porcentaje de representatividad:	70
ECOLOGIA	Especies endémicas:	2	Individuos endémicos:	10
	Especies invasivas:	4	Individuos invasivos:	9
	Especies Libro Rojo:	N/A	Individuos Libro Rojo:	N/A

ALTURA



HÁBITO



CARÁCTER

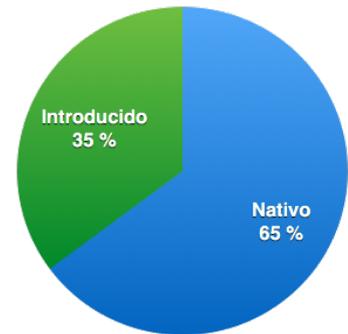


Ilustración 4: Resultados del cuarto segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

El segmento cuatro, situado en el sector del mercado, presenta similitud con el segmento tres, en cuanto a la dominancia de tres especies (*Salix humboldtiana* Willd, *Alnus acuminata* Kunth. y *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli), que conforman el 70% de la población. Son representativas en su mayoría especies de tamaño mayor a 10 metros, de hábito arbóreo y de carácter nativo.

3.2.5 Segmento 5.

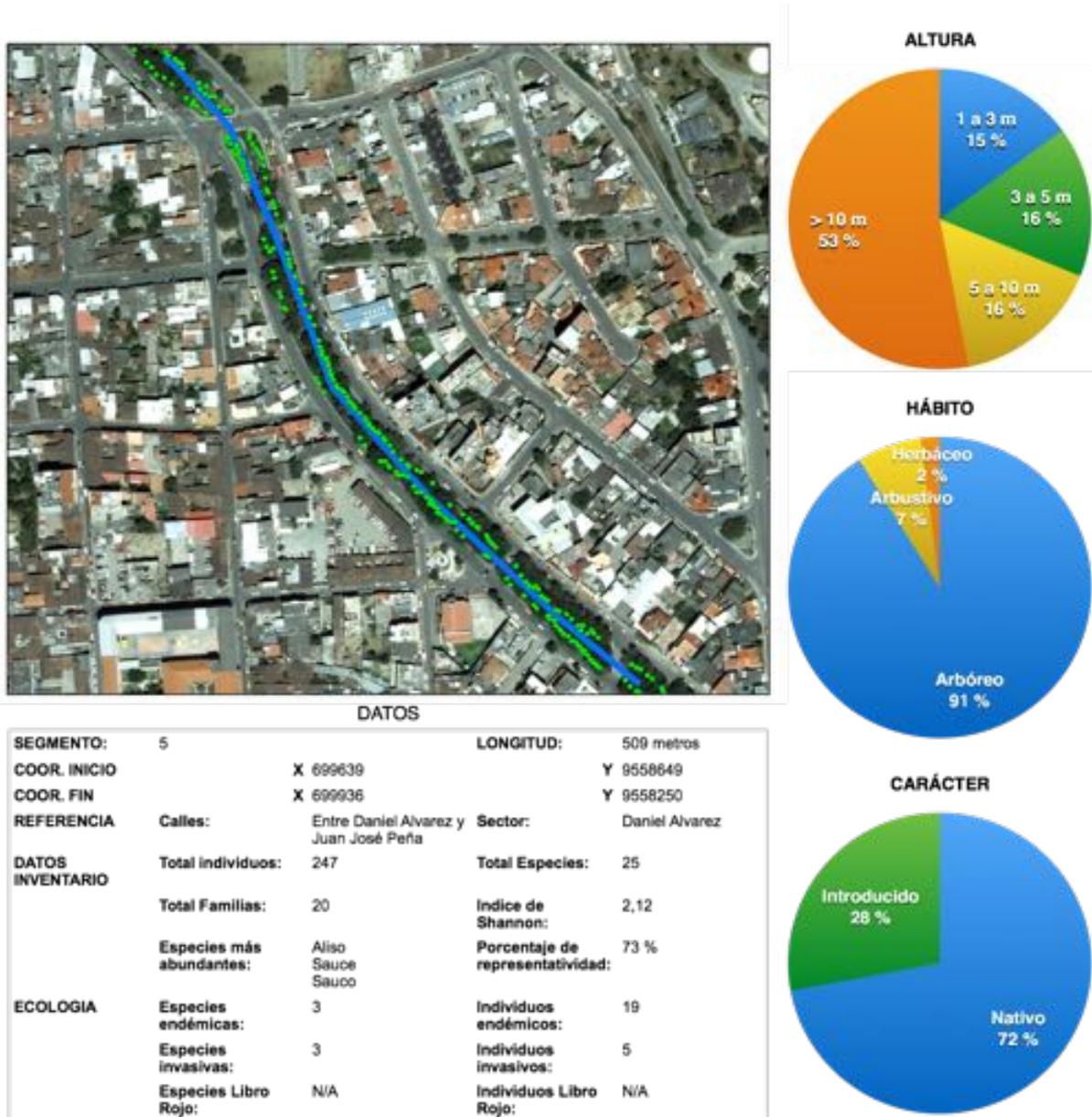


Ilustración 5: Resultados del quinto segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

El quinto segmento se caracteriza principalmente por tener la mayor población de porotón (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli), especie considerada endémica de Ecuador, Colombia y Bolivia. El índice de Shannon (2,12) es el más bajo de todos los segmentos inventariados. Existe una notable dominancia de tres especies (*Alnus acuminata* Kunth, *Salix humboldtiana* Willd y *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli), las cuales representan el 73% de la población. Al igual que en la mayoría de los segmentos, predominan los individuos de altura mayor a 10 metros, de carácter nativo y de hábito arbóreo.

3.2.6 Segmento 6.

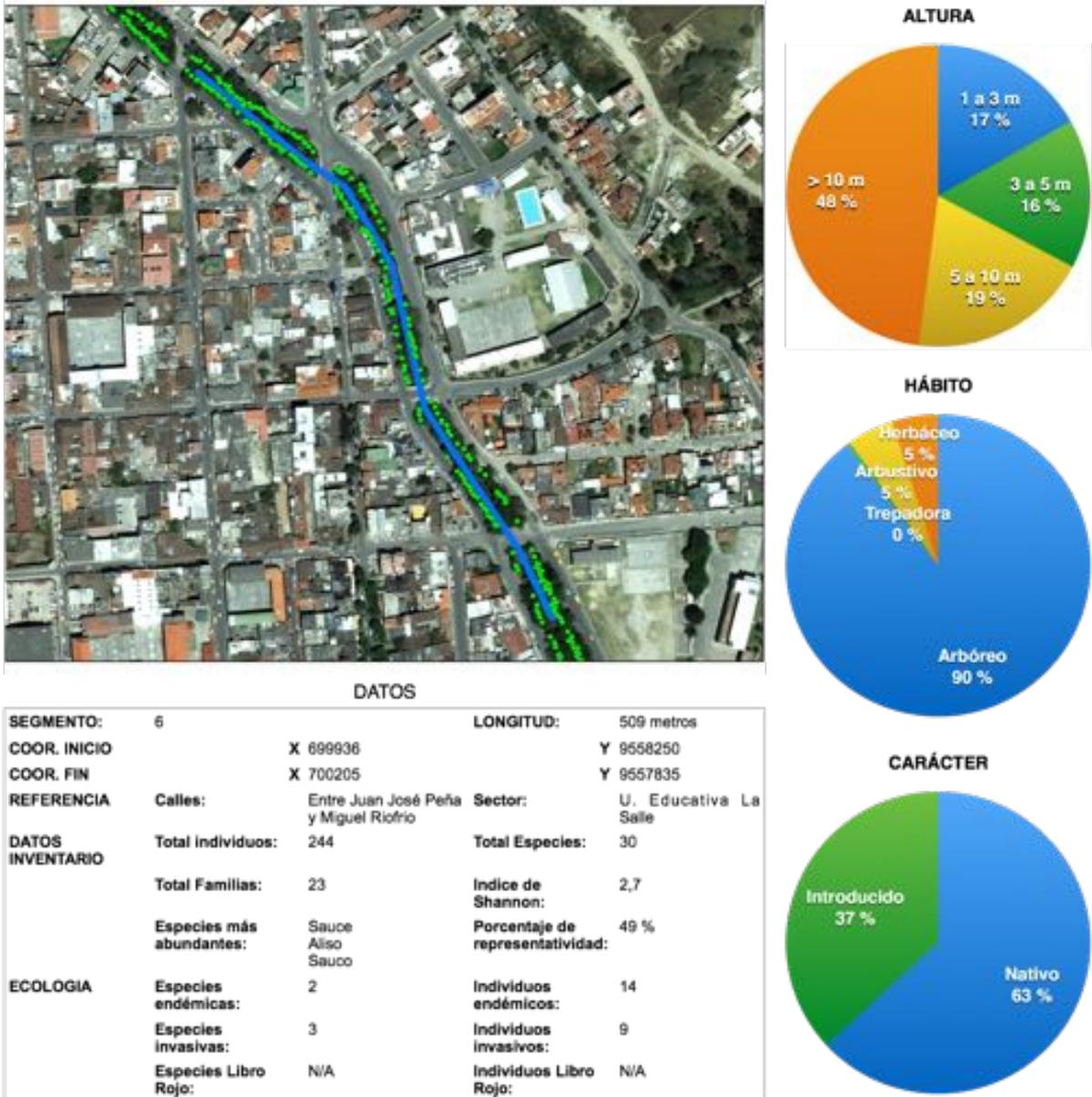
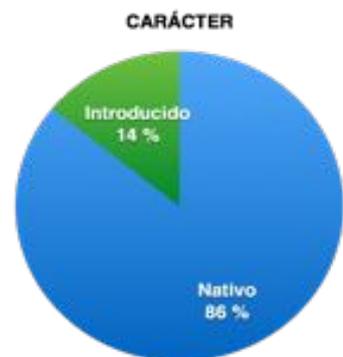


Ilustración 6: Resultados del sexto segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

La configuración del número de individuos y especies del segmento seis da como resultado el mayor índice de biodiversidad de Shannon (2,7) de entre todos los segmentos. Una menor dominancia (49%) de las tres especies más representativas (*Salix humboldtiana* Willd, *Alnus acuminata* Kunth. y *Sambucus nigra* subsp. *canadensis* L. Bolli), frente a los demás segmentos podría explicar en parte esta mayor diversidad. Se mantiene una altura mayor a 10 metros, así como el hábito arbóreo y el carácter nativo para este segmento.

3.2.7 Segmento 7.



DATOS

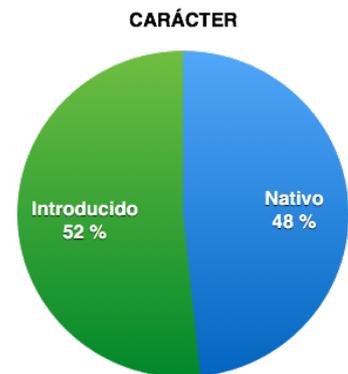
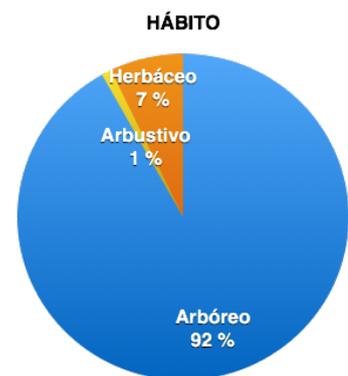
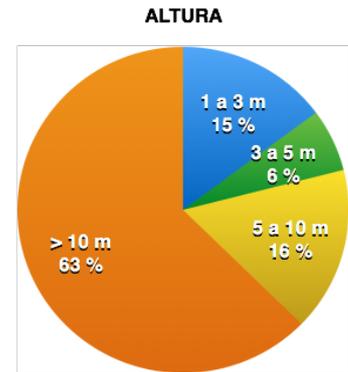
SEGMENTO:	7	LONGITUD:	509 metros
COORD. INICIO	X 700205	COORD. FIN	Y 9557835
COORD. FIN	X 700417	COORD. FIN	Y 9557377
REFERENCIA	Calles: Entre Miguel Ríotrio y calle Lourdes	Sector:	Estadio
DATOS INVENTARIO	Total individuos: 346	Total Especies:	23
	Total Familias: 19	Índice de Shannon:	2,13
	Especies más abundantes: Jacaranda, Aliso, Sauco	Porcentaje de representatividad:	67 %
ECOLOGIA	Especies endémicas: 4	Individuos endémicos:	29
	Especies invasivas: 3	Individuos invasivos:	10
	Especies Libro Rojo: N/A	Individuos Libro Rojo:	N/A

Ilustración 7: Resultados del séptimo segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

El segmento siete destaca por su mayor cantidad de individuos, así como el más alto endemismo respecto al total inventariado. La especie endémica ramnus (*Rhamnus granulosa* Ruiz & Pav. Weberb. ex M.C. Johnst.) es exclusiva de este segmento. La especie guararo (*Lafoensia acuminata* Ruiz & Pav. DC) cuenta con la mayor población en este segmento. Una característica destacable en este sitio es su mayor porcentaje de población nativa sobre población introducida, llegando casi a una relación de 9 a 1. La especie de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) es la más abundante y observable en el margen del río por su floración característica.

3.2.8 Segmento 8.



DATOS

SEGMENTO:	8	LONGITUD:	509 metros
COORD. INICIO	X 700417	COORD. FIN	Y 9557835
COORD. FIN	X 700857	COORD. FIN	Y 9557203
REFERENCIA	Calles: Entre Lourdes y Río Pilcomaya	Sector:	Centro de Retención
DATOS INVENTARIO	Total individuos: 209	Total Especies:	24
	Total Familias: 18	Índice de Shannon:	2,58
	Especies más abundantes: Sauce, Acacia blanca, Faique	Porcentaje de representatividad:	45 %
ECOLOGIA	Especies endémicas: 2	Individuos endémicos:	11
	Especies invasivas: 7	Individuos invasivos:	87
	Especies Libro Rojo: N/A	Individuos Libro Rojo:	N/A

Ilustración 8: Resultados del octavo segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

Este segmento se caracteriza por una proporción equitativa de individuos introducidos y nativos. Una considerable población de especies invasoras como mimosa plateada (*Acacia dealbata* Link.), álamo (*Populus x.canadensis* Moench.), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) y papiro (*Cyperus alternifolius* L.) son comunes en esta parte del recorrido, lo que puede explicar en cierta manera que existan apenas dos individuos de hábito arbustivo. Pese a tener un índice de biodiversidad sobre el promedio (2,58) su valor obedece sobre todo a la alta proporción de especies introducidas.

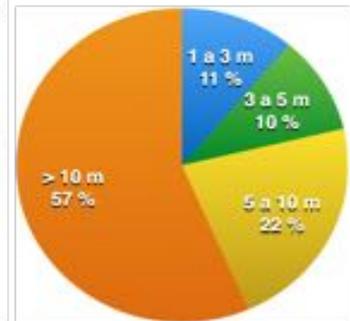
3.2.9 Segmento 9.



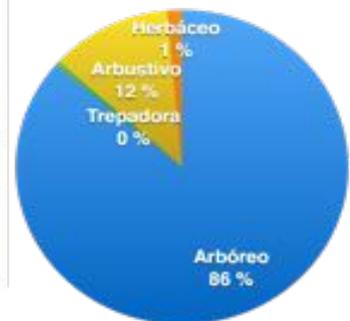
DATOS

SEGMENTO:	9	LONGITUD:	509 metros	
COORD. INICIO	X 700857	COORD. FIN	Y 9557203	
COORD. FIN	X 701197	COORD. FIN	Y 9556877	
REFERENCIA	Calles: Río Pilcomaya a Río Amazonas	Sector:	Cuartel de caballería	
DATOS INVENTARIO	Total individuos:	204	Total Especies:	20
	Total Familias:	16	Índice de Shannon:	2,2
	Especies más abundantes:	Eucalipto Aliso Sauce	Porcentaje de representatividad:	64 %
ECOLOGIA	Especies endémicas:	2	Individuos endémicos:	2
	Especies invasivas:	6	Individuos invasivos:	88
	Especies Libro Rojo:	1	Individuos Libro Rojo:	1

ALTURA



HÁBITO



CARÁCTER

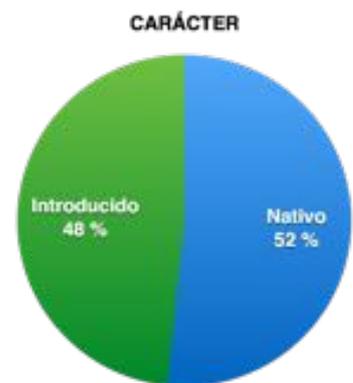
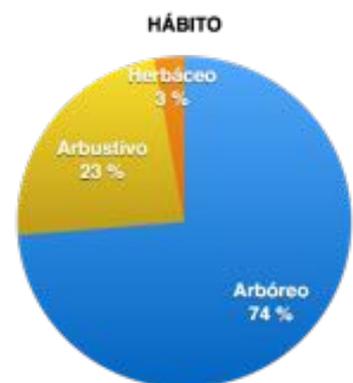
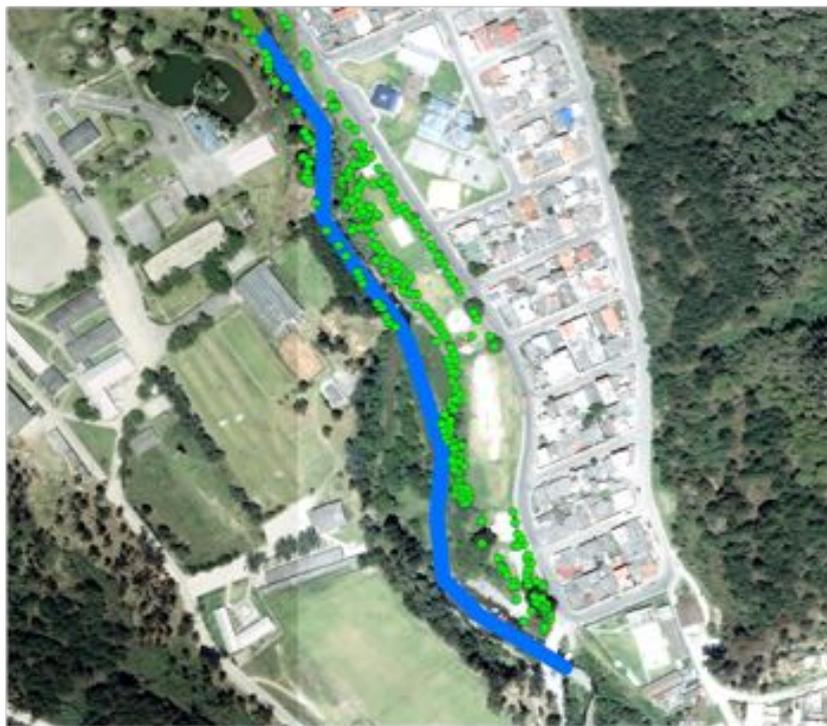


Ilustración 9: Resultados del noveno segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

Al igual que el segmento anterior, varias especies invasoras como mimosa plateada (*Acacia dealbata* Link.) y eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) son comunes en el segmento nueve. De hecho, la mayor cantidad de individuos invasores están presentes en este sitio. Es también observable para esta zona a la especie invasora higuera del diablo (*Ricinus communis* L.) En similitud con el segmento anterior, la proporción de individuos nativos e introducidos es equitativa. En cuanto al valor ecológico, se debe mencionar que en esta zona se encuentra un ejemplar de la única especie amenazada del inventario según el libro rojo, el pumamaqui (*Oreopanax gr. ecuadorensis* Seem.)

3.2.10 Segmento 10.



DATOS

SEGMENTO:	10	LONGITUD:	509 metros
COORD. INICIO	X 701197	COORD. FIN	Y 9556877
COORD. FIN	X 701401	COORD. FIN	Y 9556448
REFERENCIA	Calles: Entre Río Amazonas y Río Orinoco	Sector:	Zamora-huayco
DATOS INVENTARIO	Total individuos: 308	Total Especies:	38
	Total Familias: 30	Índice de Shannon:	2,58
	Especies más abundantes: Laurel Ornamental, Eucalipto, Cucarda/Sauce	Porcentaje de representatividad:	32 %
ECOLOGIA	Especies endémicas: 2	Individuos endémicos:	2
	Especies invasivas: 9	Individuos invasivos:	57
	Especies Libro Rojo: 1	Individuos Libro Rojo:	1

Ilustración 10: Resultados del décimo segmento.

Fuente: Tello, J, 2015.

El segmento 10, ubicado al extremo Este de la ciudad, se caracteriza por un espacio de mayor amplitud en sus orillas, lo que lo habilita para abarcar la mayor cantidad de familias y especies de todo el inventario. A pesar de la dominancia de especies arbóreas sobre las demás, presenta una cantidad considerable de especies arbustivas, que de hecho corresponden a la mayor cantidad de todo el inventario. Especies como eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) y laurel ornamental (*Nerium oleander* L.) son comunes para esta zona. La especie higuera del diablo (*Ricinus communis* L.), al igual que en el segmento

anterior, se presenta en un número considerable. La especie endémica negra (*Liabum floribundum* Less.) es la única registrada en este sitio. La especie amenazada pumamaqui (*Oreopanax* gr. *ecuadorensis* Seem.) presenta un único registro en este sitio.

3.2.11 Síntesis

En una mirada general a los distintos segmentos, se puede ver que existen muy pocas diferencias en cuanto a su conformación de altura y hábito, donde dominan claramente las especies de tamaño mayor a 10 metros y de tipo arbóreo. Las especies herbáceas y trepadoras son poco frecuentes en el tramo general. En contraste, árboles como sauce y aliso están presentes en todo el recorrido y en una proporción abundante.

Desde un punto de vista de los bordes (segmentos 1 y 10) no parece haber influencias marcadas de los ecosistemas que acompañan a la entrada y salida del río a su paso por la ciudad. En estos espacios se esperaría una mayor cantidad de especies nativas frente a las exóticas, además de valores más altos de biodiversidad y endemismo. Empero, no existe esta diferencia de una forma marcada para los bordes.

Lo que si marca una diferencia entre la entrada y salida es el mayor número de especies, familias y arbustos presentes en el segmento 10, el cual es mayor al segmento inicial y a los demás segmentos. Esto sin embargo se debe más a la mayor cantidad de espacio disponible en este segmento, y no a una influencia de los ecosistema presentes en el borde. Por esta disponibilidad de mayor espacio también se puede observar una mayor cantidad de especies e individuos introducidos e incluso invasores que están presentes en Zamora-Huayco.

3.3 Especies comunes para el verde público y privado

Los resultados obtenidos en el verde urbano del río se diferencian de los resultados de estudios realizados en el verde de patios privados (Vásquez, 2014) principalmente por el hábito de los especímenes. Con el estudio de patios y jardines mencionado se pudo determinar que mientras en el río predominan los árboles y arbustos, en los huertos privados y patios predominan las especies herbáceas. Otra diferencia se encuentra en la cantidad mayor de especies exóticas presentes en los jardines y patios de las casas. A pesar de esto, existen algunas coincidencias notables entre ambos inventarios que nos dan una aproximación a las semejanzas entre verde urbano público y privado. Especies como sauco (*Sambucus nigra* subsp. *canadensis* (L.) Bolli), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don), achira (*Canna indica* L.), jade (*Crassula ovata* (Mill.) Druce), ciprés (*Cupressus macrocarpa*

Hartw. Ex Gordon), cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), buganvilla (*Bougainvillea* sp.) y sauce (*Salix humboldtiana* Willd), entre otras especies, son comunes para ambos sitios.

DISCUSIÓN

Una vez realizada la revisión bibliográfica y el trabajo de campo con el fin de inventariar la vegetación del río Zamora, surgen varias ideas que bien pueden ser contrastadas con los objetivos de la investigación, los cuales consistieron en la representación espacial de la base datos geo-referenciada para las especies arbóreas y arbustivas del río Zamora, además del análisis y evaluación descriptiva de los resultados desde una perspectiva general y por medio de la segmentación.

Las ideas emergentes a partir de los resultados tienen que ver con cinco aspectos fundamentales: la dicotomía entre lo urbano y lo rural, las fortalezas y debilidades del arbolado urbano, los retos a futuro de la gestión del arbolado urbano, los aspectos metodológicos del presente inventario y finalmente, las orientaciones para futuras investigaciones en temas análogos o complementarios.

Desmantelando la dicotomía entre lo urbano y rural.

Un tema de relevancia que surgió con la revisión bibliográfica y el estudio de campo tuvo que ver con la pregunta planteada: ¿puede la ecología tradicional explicar los fenómenos de la ecología urbana? En este sentido vale la pena decir que no hay una respuesta clara y objetiva que se pueda dar solamente basados con esta investigación. Sin embargo, una aproximación al tema destaca que al menos no existen tantas diferencias como se cree. Aspectos de ecología de poblaciones, relaciones intraespecíficas, interespecíficas o intercambio energético no son ajenas a la ecología urbana. Las funciones ecosistémicas son igual e incluso más importantes en la ciudad, donde los procesos son más intensos. Pese a esto, diferencias cualitativas si existen en el equilibrio y la regeneración de los procesos. Cabe destacar que la flora de la ciudad no ha generado aún un equilibrio sistémico y no todas las especies se han ganado un puesto dentro de lo que llamamos comunidad ecológica.

Siendo más específicos en la pregunta podríamos cuestionarnos si el río Zamora de la ciudad de Loja es realmente un ecosistema o un fragmento de lo que alguna vez fue un ecosistema andino. Tomando en cuenta la cantidad de especies introducidas, la alteración del ambiente por medio de la urbanización y la ausencia de una ecología de comunidades equilibradas, podríamos apresurarnos a decir que este paisaje no representa a un ecosistema. Sin embargo caeríamos en ciertas percepciones erróneas y simplistas, al

considerar a los sistemas como procesos exclusivamente productivos y autosuficientes cuando en la realidad ningún ecosistema es independiente como tal.

No todos los ecosistemas son igual de productivos en cuestiones de materia y energía. Un río urbano, a pesar de no ser un ecosistema como tal, si cumple una función fundamental de ser un espacio de transición entre dos ecosistemas: el páramo y el bosque andino, ubicados a la entrada y salida muy próximos a la ciudad. A pesar de no ser un ecosistema, se debe tener presente que mantiene funciones ecosistémicas que en muchos aspectos son más importantes para la calidad de vida de la ciudad que los ecosistemas naturales.

El aspecto más claro de la similitud de un ecosistema urbano y uno natural es el hecho de que los ecosistemas urbanos comparten las características de los sistemas naturales en su estructura, procesos físicos, químicos y biológicos dentro de ellas. También existe un flujo de materia y energía, además de las relaciones entre especies que conviven y dentro de la misma especie. Sin embargo, son los conceptos de complejidad y equilibrio los que vuelven distinto a cada ecosistema, lo que es la razón principal para considerar al sistema urbano como diferente de los ecosistemas clásicos o naturales.

Lo que sucede dentro del paradigma de complejidad y equilibrio en los ecosistemas naturales es fruto de millones de años de cambios y adaptaciones, así como de procesos que han surgido de manera lenta pero exitosa en el mundo. Y es que la naturaleza como los seres humanos ha venido desde hace mucho tiempo experimentando y modificando sus patrones de acuerdo a las condiciones del entorno. En los ecosistemas urbanos en cambio, estos procesos de muchos años han sido acelerados por procesos industriales, con el fin de obtener confort y alta movilidad, donde el consumo de materia y energía está en deuda con la producción. La demanda es tal que incluso se requieren de los ecosistemas vecinos y otros más lejanos aún para satisfacer el requerimiento de la ciudad.

Además de la alteración de los procesos de materia y energía en el ecosistema urbano, también se dan alteraciones o fragmentaciones dentro del hábitat de las especies. Por un lado existen los conflictos con el uso de suelo y la disponibilidad de áreas verdes. Por otro lado, a este problema se suma la introducción de especies exóticas que reduce las oportunidades de especies nativas por una competencia desequilibrada. Como resultado se obtiene un ecosistema disfuncional desde el punto de vista ecológico, rodeado de especies de flora y fauna que difícilmente pueden mantener las características de una comunidad vegetal, sobre todo si se espera de ellas que sean sustentables en el tiempo.

Cuando un ecosistema natural es degradado por un incendio o cualquier evento de magnitud, existe un proceso de sucesión secundaria de colonización y nueva reestructuración de las especies, que puede ser variable en el tiempo. Pero cuando un ecosistema urbano es degradado por los impactos propios de la ciudad y los habitantes, ¿Se esperaría un proceso de sucesión natural? Una respuesta a esta pregunta dependería en gran medida de cuanto tiempo estaríamos dispuestos a esperar para que esto pase. Lo que si queda claro es que la reestructuración y sucesión no podrá devolver un sistema con la misma calidad que el sistema original y que el tiempo en que se reestructure no siempre será compatible con la escala humana del tiempo.

Tal vez el asunto más importante de esta dicotomía sea el error de considerar lo urbano como ajeno a lo natural. En las fronteras físicas existen ciertas diferencias que marcan la distinción, pero dentro los procesos son parte de un mismo hábitat. Los intercambios de materia y energía, el transporte, migración, purificación del aire, entre otros asuntos, son compartidos en ambos sitios. El éxito del ecosistema urbano en poder tener gran cantidad de procesos a una velocidad muy superior a la de los ecosistemas naturales, es gracias al aporte de el espacio rural que rodea la ciudad.

Fortalezas y debilidades del arbolado urbano del río Zamora de la ciudad de Loja.

Los resultados del arbolado urbano de las márgenes del río Zamora fueron analizados desde dos perspectivas: una general y otra para cada segmento. Desde un punto de vista general, el arbolado urbano de las márgenes del río es abundante, con una clara dominancia de especies arbóreas – arbustivas y de una relación nativo introducido de 2 a 1, lo que presenta una fortaleza desde el punto de vista ecológico. Desde una perspectiva por segmentos, se notan claras diferencias en las variables del número de especies, familias, biodiversidad, endemismo y vulnerabilidad.

Las diferencias en la conformación cada segmento son causadas por variados factores que pueden ser clasificados como naturales y antrópicos. Como ejemplo de factor natural se puede citar al efecto de borde sobre los ecosistemas, el cual influenciaría con una mayor presencia de flora nativa en los extremos del estudio que se encuentra a la entrada y salida de la ciudad. Sin embargo, este hecho no se presentó como un aporte significativo ni claramente observable para el presente estudio. En el caso del inventario del río Zamora parecen mas bien existir intervenciones humanas que explicarían mejor la conformación florística.

Un indicio fundamental a la influencia antrópica son las asociaciones o tendencias que se presentan entre los estratos sociales, las áreas privadas y la distribución de especies desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. En el sector del destacamento militar y alrededores existe una marcada presencia de especies exóticas de mimosa, ciprés y eucalipto, las cuales están también presentes en el interior del destacamento en gran número. Los segmentos cercanos al estadio tienen una diversidad e importancia ecológica interesante desde el punto de vista de riqueza, endemismo y especies vulnerables. En el sector del mercado, impactos ambientales generados por visitantes y comerciantes del sector son un claro ejemplo para que este segmento mantenga bajos resultados en abundancia y riqueza.

Otra evidencia significativa de la influencia antrópica en la conformación del arbolado urbano del río Zamora se encuentra en los patrones de siembra y distribución de las especies. La presencia de pocas variedades (sauce, aliso y sauco) en grandes cantidades, las evidencias de siembras continuas y en un mismo período, la existencia de muchas especies en áreas limitadas y la presencia de especies con un representante único a kilómetros de distancia son entre otros, factores humanos presentes en el entramado arbóreo.

En cuanto al balance de los efectos positivos y negativos sobre la influencia humana en la disposición de especies arbóreas en el río Zamora, se debe manifestar que al menos desde un punto de vista ecológico, predominan los impactos dañinos al ecosistema, causados principalmente por la siembra de especies exóticas y en muchos de los casos invasoras. Entre los principales efectos de la presencia de especies exóticas se puede citar la alteración de las relaciones naturales de competencia, alteración del hábitat, incremento de efectos depredadores sobre especies vulnerables y principalmente la alteración del equilibrio ecológico de la comunidad históricamente presente.

Los resultados del presente estudio fueron limitados al análisis de la estructura arbórea con la finalidad de explicar la conformación de las plantas y comparar sobre todo los aspectos ecológicos que están presentes. Sin embargo la función ecológica no es la única en la ciudad. Un sinnúmero de beneficios del arbolado sobre la salud física y mental, sobre la economía de la localidad y sobre diversos aspectos socioculturales están siendo estudiados cada vez con más profundidad y por métodos conjuntos entre las ciencias sociales y biológicas. En este sentido, la gestión del arbolado urbano representa un reto porque no solo se debe tomar un criterio ecológico para la conformación del arbolado, sino que debe ser ponderado de acuerdo a todos los servicios que contempla el espacio verde para los seres vivos.

Retos del arbolado urbano del río Zamora.

El desafío de imaginar al arbolado urbano del río Zamora hacia el futuro tiene la intención de poder establecer nuevos conceptos que ayuden a mirar el arbolado urbano como una oportunidad en la gestión de la ciudad. El reto también está en poder dar algunos criterios que equilibren entre lo real, lo necesario y lo deseable desde las funciones del arbolado, las cuales no solo son ecológicas sino que también obedecen a funciones sociales, económicas y culturales. Finalmente, aquellos aspectos correctivos son también importantes de destacar para prevenir futuros riesgos y amenazas del espacio estudiado.

Hablando de conceptos, uno de los problemas que surge como parte de la distinción entre ecología urbana y natural, cuando se trata de determinar el origen de una especie botánica, es la inexactitud en la que se cae al tratar de clasificar entre especies nativas e introducidas. Frente a este problema emergen dos aspectos primordiales. El primero es que los términos nativo e introducido son bastante subjetivos y dependen de la escala de tiempo a la que se refiere. El segundo es que los términos mencionados dependen de la escala geográfica con la que se atribuye el origen de una especie. Por ejemplo, para determinar si una especie es nativa ¿consideramos su presencia en el último siglo o en el último milenio?. Si una especie es nativa de la costa ecuatoriana, en la escala de la serranía urbana ¿se la considera introducida?. Lo que queda claro en este inconveniente es que el espacio urbano no es compatible con los términos clásicos para definir el origen y mas bien obedecen a nuevos criterios de distribución, adaptación, y naturalización.

En cuanto al reto de mantener el arbolado urbano es necesario que se tome en cuenta un aspecto importante: lo que se necesita mantener no es el verde urbano simplemente, sino son todos los servicios ecosistémicos que el arbolado y el ecosistema urbano representan. Lo importante de la vegetación urbana es “ser lo que queda” y requiere gran atención. Esta es la principal diferencia entre sembrar y cortar. La gestión del mantenimiento requiere un criterio que pondere lo creativo, lo funcional, lo social y lo ecológico, basados en la sustentabilidad. Dentro del criterio de mantenimiento también es importante tomar en cuenta la restauración y remediación ambiental como procesos que corrigen o mejoran el estado actual. En síntesis, es fundamental considerar al sistema ripario integralmente y no solo al espacio verde del río e ir más allá de la frontera urbano rural.

Finalmente, para el diseño y futuro mantenimiento del biocorredor del río Zamora, vale la pena que se establezcan algunos criterios correctivos. De lo que se puede observar en el recorrido a simple vista, se destaca un diseño ornamental en la mayoría de las especies que

han sido plantadas. Sin embargo, este criterio si bien es importante para algunas funciones ecosistémicas y sociales, no debería ser el único en el corredor. Se debe tomar en cuenta que el río Zamora es un espacio de transición, por lo que las especies deberían variar de acuerdo al piso altitudinal y mantener la continuidad a su paso por la ciudad. Un mayor aporte ecológico en el criterio de selección de especies vegetales beneficiaría a mejorar el equilibrio entre flora, fauna y los aspectos abióticos. Por otro lado, el criterio económico también importa por lo que las especies a sembrarse deberían ser evaluadas en sus atributos de crecimiento, riesgos para los habitantes, facilidades de mantenimiento y costos en general. Si no se incluye este criterio, los beneficios obtenidos solo serían a corto plazo y no sustentarían una función duradera, por la falta de fondos o el alto costo de mantener las áreas verdes.

Discusión metodológica: aportes de los inventarios vegetales urbanos.

Además de los resultados descriptivos obtenidos con las distintas variables del presente estudio, el trabajo investigativo permitió dar una idea clara del valor de los inventarios, percibidos desde la propia experiencia. Los valores que a continuación se detallan tienen que ver con el alcance para gestores, técnicos, investigadores y para el público en general.

Desde una propuesta de gestión, un inventario vegetal permite contar con información real y consistente para la toma de decisiones. Como una herramienta de mantenimiento se puede utilizar con bastante facilidad, sobre todo porque una vez que se tiene la base de datos, se pueden sumar otros parámetros según interés. Un ejemplo de variable de utilidad puede ser la información provisional de necesidades de mantenimiento o información perenne de nuevas especies plantadas. Cada día nuevas herramientas y dispositivos están al alcance de los gestores, entre ellas las tablets y los smartphones, los cuales permiten realizar inventarios con registros fotográficos, georeferenciación, consulta en línea y edición en la red, entre otras ventajas. El software para bases de datos en dispositivos móviles está cada día más al alcance del usuario.

Tomando en cuenta las necesidades de los investigadores, un inventario del arbolado urbano permite contar con información completa y confiable para futuros estudios comparativos, correlacionales, experimentales e incluso cualitativos, contrastando no solo variables de vegetación propiamente dichas sino también aspectos sociales o económicos. Las fuentes de datos de los inventarios pueden ser o no georeferenciadas. En el caso de contar con coordenadas permiten introducir a la base de datos para su respectivo análisis con las herramientas de sistemas de información geográfica, SIG. La información

inventariada en espacios verdes urbanos puede ser contrastada con la información existente en otras áreas, que pueden ser espacios privados o áreas rurales.

El inventario forestal urbano puede llevar altos costos según el tamaño del área a inventariar y la disponibilidad de herramientas para el inventario. Los beneficios sin embargo, pueden ir más allá del alcance de técnicos, investigadores y gestores. Un inventario urbano puede ser puesto a disposición del público en general como una herramienta válida de aprendizaje. Finalmente, un inventario forestal tiene un valor complementario que permite contrastar con otro tipo de información que a veces tiene puntos débiles o muestra una realidad muy abstracta. Tal es el caso de los índices de verde urbano que son un buen indicador del total de área verde disponible pero no cuentan ninguna historia de la calidad y cantidad de especies que existen, ni las funciones ecológicas que está cumpliendo la vegetación.

Orientaciones para futuros estudios.

Para el caso de investigaciones futuras, se debe destacar que un inventario de flora es uno de los componentes fundamentales para estudios de fauna así como para el estudio de parámetros abióticos como aire, agua o suelo. De la misma manera, un inventario forestal puede ser una variable muy interesante para comparar con aspectos sociales y económicos de la ciudad. Algunos países como Dinamarca, Suecia y Alemania tienen gran interés por el espacio verde remanente y su asociación con factores de salud, calidad de vida y bienestar, por lo que una gran cantidad de estudios multidisciplinarios y transdisciplinarios están emergiendo a partir de estos factores.

Por otro lado, el inventario geo-referenciado para parques y jardines solo tendrá validez si la base de datos se actualiza y se mantiene la información disponible digitalmente para los gestores. En un inventario existe información perenne como el nombre y ubicación del ejemplar, así como información temporal como necesidades de mantenimiento, estado de salud o podas realizadas. Ambos tipos de información requieren de una actualización constante. De la actualización que se pueda realizar al presente inventario, surge una oportunidad de análisis a futuro que tiene que ver con estudios comparativos entre realidades a distinto tiempo.

Una forma de enriquecer el presente inventario es por medio la contrastación y comparación con otros estudios e inventarios realizados a nivel público y privado, en la zona urbana o rural. En esta investigación se encontraron dos estudios que llaman la atención por su potencial analogía: el de parques y jardines de la ciudad de Loja (Tello, 2012) y el de

patios y huertos privados de la ciudad (Vásquez, 2014). A pesar de ser estudios similares en cuanto a la temática, diferentes metodologías de análisis hacen difícil comparar entre estos estudios. El reto sin embargo es poder llegar a un análisis integral del verde urbano desde lo público y lo privado, además de disponer de esta información para técnicos, gestores y público en general como herramienta de gestión, investigación y aprendizaje respectivamente.

Finalmente, la mayor oportunidad para futuras investigaciones en el espacio remanente vegetal de Loja tiene que ver con las técnicas modernas de análisis y las metodologías que implementan los sistemas de información geográfica SIG. Las técnicas de LIDAR (Detectores láser a distancia), aunque en la actualidad presentan un costo bastante alto, son una herramienta de análisis de espacios verdes a gran escala. Un poco más adecuadas al presupuesto de estudiantes e investigadores nuevos están las herramientas geoestadísticas de análisis que pueden ser estructuradas a partir del presente inventario.

CONCLUSIONES

- Los inventarios de vegetación son una herramienta fundamental para determinar el estado y cuantificar las especies de una comunidad. Conforman además una base de datos útil para estudios que requieran información de vegetación, así como para la gestión de áreas verdes en la ciudad por parte de la autoridad competente. Son también una puerta al conocimiento del medio vegetal presente para estudiantes, profesionales y la comunidad en general.
- Un inventario mediante sistemas de información geográfica (SIG) presenta ventajas adicionales además de las mencionadas en los inventarios generales. Gracias a la geo-referenciación de los individuos se puede determinar la distribución en el espacio y se consigue analizar de forma muy versátil la conformación de poblaciones enteras.
- La calidad de la ciudad depende de un espacio verde cada vez más fragmentado y el espacio verde urbano depende a su vez de la cultura y participación activa de sus ciudadanos. El cuidado sobre las márgenes del río Zamora es fundamental porque brinda múltiples servicios ambientales y ecológicos que de no estar presentes, deteriorarían la calidad de vida y volverían a los habitantes más vulnerables a los impactos de la urbe.
- Las especies del río Zamora se comportan de acuerdo al principio de Pareto, donde unas pocas especies representan la mayor parte de la población, mientras una gran cantidad de especies están reducidas a una representatividad minoritaria. En otras palabras, cerca del 80% del registro de individuos se explica únicamente por 8 familias, mientras el 20% restante lo representan las otras 32 familias. Este fenómeno contrasta con las distribuciones que se dan en forma natural. En este caso, la preferencia antrópica por ciertas especies y los impactos humanos ocasionados en el tiempo han generado este tipo de distribución.
- Si se comparan los individuos nativos e introducidos inventariados se puede observar que existe una relación de dos nativos por cada individuo introducido. Sin embargo al analizar la distribución de especies y de familias se puede observar un comportamiento diferente, donde las especies y familias introducidas son mayores a las nativas. Se puede concluir que en el espacio verde del río Zamora se han plantado especies nativas en cantidad pero no se ha tomado en cuenta el aspecto de diversidad o variedad.
- En el espacio inventariado predominan claramente las especies arbóreas y arbustivas, así como de tamaño mayor a 10 metros. Esto representa una ventaja desde el punto de vista de la sombra que se genera; pero también es una debilidad

porque no existe una representación de especies herbáceas o trepadoras que incrementan la riqueza del ecosistema ripario urbano. La ausencia de doseles a diferentes escalas en el perfil del río es una desventaja porque dificulta la presencia de ciertas especies de fauna que requieren de estos pisos vegetales para alimentarse, moverse y establecer su nicho.

- Dentro del inventario se identificaron especies invasoras que requieren de un seguimiento cuidadoso por parte de parques y jardines. Algunas de estas especies, como por ejemplo el ricino o higuera del diablo llegan a ser tóxicas para el ser humano. Otras especies podrían estar afectando la calidad del suelo y el crecimiento de especies nativas como por ejemplo el eucalipto.
- Una importante porción del total inventariado (4% aproximadamente) lo representan especies que son consideradas endémicas para la región. Dichas especies son cruciales para la identidad propia de la localidad frente a la tendencia global de la creación de espacios verdes estandarizados. La presencia de una especie catalogada en libro rojo como el pumamaqui, demuestra que el espacio urbano puede ser compatible con la plantación y cuidado de especies endémicas y vulnerables.
- Al comparar las especies del verde privado con las del río Zamora se concluye que la diferencia fundamental radica en el hábito así como en el carácter. Mientras en los patios predominan las especies herbáceas exóticas, en el río Zamora predominan los árboles y arbustos nativos en una proporción mayor. No obstante, también hay claras similitudes en el tipo de especie y de familia que se ha plantado en estos dos espacios.
- El espacio de las márgenes del río presenta un índice de Shannon de 2.83, un indicador que muestra la existencia de una diversidad promedio. Al dividir el espacio en segmentos para considerar las diferencias en biodiversidad de cada sector, se puede observar claramente que el espacio de Zamora-Huaico y las inmediaciones del estadio son las partes más biodiversas del río a su recorrido por la ciudad. Una posible explicación de esta mayor riqueza podría deberse a las diferencias en el ancho de las márgenes, así como a diferencias en el estrato social y calidad del río.
- Al recorrer las márgenes del río y el área de influencia se pudo observar que las personas en general tienen un uso limitado del espacio verde disponible en las riberas. Pese a esto, el potencial de usos y servicios ambientales que presenta el río Zamora para la Ciudad de Loja es muy extenso y puede ser una oportunidad para que se generen espacios de recreación, cultura y socialización, además del disfrute las bondades ecológicas presentes.

- En el análisis por cada segmento se puede observar que existen diferencias en cada tramo, y que el río va cambiando sutilmente su paisaje. Una causa posible para este fenómeno tiene que ver mucho con los aspectos de estrato social en cada trayecto, más que a factores puramente ecológicos o de efectos de borde. Una alta influencia de las actividades económicas y sociales le da forma al paisaje del río Zamora.

RECOMENDACIONES

- En el espacio del río dominan las especies arbóreas y arbustivas por lo que se recomienda equiparar esta desproporción con especies herbáceas y trepadoras. Esta medida además proporcionará un equilibrio en los diferentes estratos de altura de las márgenes y una mayor variabilidad de paisaje, con amplios beneficios para la fauna presente. Esta medida a su vez deberá estar en concordancia con la transición existente entre el Parque Nacional Podocarpus, al inicio del río, y las áreas agrícolas, a la desembocadura del río.
- La plantación de nuevos ejemplares debe considerar varios aspectos técnicos y ecológicos, que deberían ser parte de un plan maestro de intervención del río. Por un lado, la siembra de especies nativas debería ser preferente pero no exclusiva. Por otro lado deben considerarse criterios de adaptabilidad, mantenimiento y costo antes de sembrar nuevas plantas. Para aquellas plantas consideradas invasoras o que tienen un nivel de toxicidad se debe prescindir su uso en el río. Se debe evaluar también los usos potenciales e históricos que tienen las plantas en Loja como el medicinal y comestible, además del ornamental.
- El uso de setos de cucardas y verbenas representa una muralla algunas veces útil pero otras ocasiones restrictivo para los habitantes. Es imprescindible que se evalúe su utilidad en el río Zamora puesto que representa un alto costo de mantenimiento, restringe el acceso al río y crea una percepción visual de que las márgenes son más pequeñas de lo que en realidad son. Conjuntamente con las cucardas se debe evaluar la presencia de alambres de púas, postes y otras barreras presentes a lo largo del río.
- Tan importante como la vegetación de las márgenes del río, lo es la vegetación del área de influencia directa cubierta por una distancia aproximada de 300 metros a cada lado del afluente. Las especies de flora y fauna interactúan en estos espacios, sin importarles su carácter público o privado. Por esta razón es imprescindible que se realicen estudios y se enfoque la gestión no solo en el espacio público del río sino también en los parques, jardines, plazas, huertos, cementerios, e inclusive terrazas y espacios baldíos de la ciudad.
- Finalmente se recomienda que el presente inventario sea aprovechado por gestores del área estudiada así como por investigadores que requieren una base informativa para relacionar el verde del río con otras variables sociales, económicas, históricas etc. El inventario realizado es de gran utilidad para comparar el espacio verde actual con estudios a realizarse a futuro sobre el mismo espacio y así poder comparar la evolución de este fragmento de zona natural urbana. La herramienta de inventario geo-

referenciado podría ser ampliada a parques y jardines de la ciudad así como al río Malacatus para complementar su base informativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Angeoletto, F. (2012). Planeta Ciudad: Ecología urbana y planificación de ciudades medias de Brasil. Memoria de Tesis, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología, Madrid.
- Bendt, P., Barthel, S., & Colding, J. (2013). Civic greening and environmental learning in public-access community gardens in Berlin. *Landscape and urban planning* , 109, 18-30.
- Berenger, J., Corraliza, J., Moreno, M., & Rodriguez, L. (2002). La medida de las actitudes ambientales: propuesta de una escala de conciencia ambiental. *Intervención Psicosocial* , 11 (3), 349-358.
- BOLFORD, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Editora El País.
- Brenneisen, S. (2006). Space for urban wildlife: Designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban habitats* , 4 (1), 27-36.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos. (1996). Programa Hábitat. Estambul.
- Dalmazzo, M. (2010). Diversidad y aspectos biológicos de abejas silvestres de un ambiente urbano y otro natural de la región central de Santa Fe, Argentina . *Re. Soc. Entomología Argentina* , 69, 33-44.
- De la Torre, D. (2014). Jardín botánico de Cuenca: Evaluación preliminar de la flora vascular. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Elía, S. (12 de 2007). Islam Chile. Retrieved 17 de 02 de 2015 from El jardín en la tradición Islámica: www.islamchile.com/civilizacion/documento_6.htm
- Francis, R. (2014). Urban rivers: novel ecosystems, new challenges. *Wires wiley* , 1, 19-29.
- Fratini, R., & Marone, E. (2011). Green space in urban areas: Evaluation of efficiency of public spending for management of green urban areas. *International Journal of E-Business Development* , 1, 9-14.
- García, P. (2013). Paisajes para el bienestar. Evaluación participada de la calidad del paisaje visual para la planificación y el diseño. Memoria de tesis, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología, Madrid.
- Gómez, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales* , XXXVII (144), 417-436.
- González, C. (2002). Beneficios del arbolado urbano. Retrieved 2015 de 02 de 20 from [http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios del arbolado urbano.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf)

- Goodwin, D. (1996). A street tree inventory for Massachusetts using a geographic information system. *Journal of arboriculture* , 22 (1), 19-28.
- Gudynas, E. (2011). Tensiones, contradicciones y oportunidades de la dimensión ambiental del Buen Vivir. In I. Farah, & L. Vasapollo, *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* (pp. 231-246). La Paz, Bolivia: CIDES-UMSA y Plural.
- Idrovo, E. (2001). *Árboles y arbustos de Cuenca*. (G. Hernández, Ed.) Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Retrieved 10 de 02 de 2015 from http://www.inec.gob.ec/sitio_verde/boletin.pdf
- INEC. (2012). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Retrieved 10 de 02 de 2015 from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf
- Karlsson, U., & Grahn, P. (2011). Stressed individuals' preferences for activities and environmental characteristics in green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening* , 10, 295-304.
- Kuchelmeister, G., & Braatz, S. (n.d.). FAO. Retrieved 16 de 02 de 2015 from Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/u9300s/u9300s03.htm#una%20nueva%20visi%F3n%20de%20la%20silvicultura>
- Laghai, H.-A., & Bahmanpour, H. (2012). GIS application in urban green space per capita evaluation (Case study: city of Tehran). *Annals of Biological Research* , 3 (5), 2439-2446.
- León Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2da Edición (2da edición ed.)*. Quito: Publicaciones del herbario QCA PUCE.
- Llanos, C. (n.d.). Elementos de manejo de árboles urbanos. Retrieved 14 de 02 de 2015 from ISA Hispana. Sociedad Internacional de Arboricultura: http://www.isahispana.com/treecare/resources/Elementos%20de%20manejo%20de%20arboles%20urbanos_1.pdf
- Loureiro, A., & Veloso, S. (2014). Outdoor exercise, well being and connecteness to nature. *Psico* , 45 (3), 299-304.
- Maas, J., Verheij, R., Groenewegen, P., de Vries, S., & Spreeuwenberg, P. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *J Epidemiol Community Health* , 60, 587-592.

- Morris, N. (2003). Health, well being and open space. Literature review. Edinburgh College of art and heriot-watt University, OPENspace; the research centre for inclusive access to outdoor environments, Edinburgh.
- Nascimento, J., Krishnamurthy, L., & Keipi, K. (1998). Áreas verdes en América Latina: una introducción. In J. Nascimento, L. Krishnamurthy, J. Nascimento, & L. Krishnamurthy (Eds.), Áreas verdes en América Latina y el Caribe: Memoria del seminario internacional ciudad de México (pp. 1-13). Chapingo, México.
- Nillson, K., Randrup, T., & Tvedt, T. (1998). Aspectos tecnológicos del enverdecimiento urbano. In L. Krishnamurthy, J. Nascimento, L. Krishnamurthy, & N. José (Eds.), Áreas verdes en América Latina y el Caribe: Memoria del seminario internacional ciudad de México (pp. 39-80). Chapingo, México.
- Nowak, D., Dwyer, J., & Childs, G. (1998). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. In L. Krishnamurthy, J. Nascimento, L. Krishnamurthy, & J. Nascimento (Eds.), Áreas verdes en América Latina y el Caribe: Memoria del seminario internacional ciudad de México (pp. 17-38). Chapingo, México.
- Páramo, P., & Mejía, M. A. (2004). Los parques urbanos como oportunidades para la interacción de los niños con animales. *Revista Latinoamericana de Psicología* , 36 (001), 73-84.
- Phillipi Jr, A., & Collet, G. (1998). Enverdecimiento urbano en Brasil: un estudio de caso. In L. Krishnamurthy, & R. Nascimento, Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe: Memoria del seminario internacional celebrado en la ciudad de México (p. 412). Chapingo, México.
- Pickett, S., Cardenasso, M., Grove, M., Groffman, P., Band, L., Boone, C., et al. (2008). Beyond Urban Legends: An Emerging Framework of Urban Ecology, as Illustrated by the Baltimore Ecosystem Study. *BioScience* , 58 (2).
- Rueda, S. (2012). El libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Rueda, S. (n.d.). Ciudades para un futuro más sostenible. Retrieved 05 de 04 de 2015 from Habitat: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a008.htm>
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* 6ta Ed. Madrid, España: Pearson Education.
- Tello, V. (2012). Diagnóstico de las áreas verdes del perímetro urbano de la ciudad de Loja. Tesis, Universidad Técnica Particular de Loja, Ciencias Biológicas y Ambientales, Loja.
- UNFPA. (2007). Estado de la población mundial 2007. United Nations Population Fund. New York, USA.

- Vásquez, P. (2014). Tesis: Importancia cultural de la flora mantenida en los jardines de las viviendas de las parroquias urbanas del cantón Loja. Loja, Ecuador: UTPL.
- VicHealth Indicators. (2012). Green space indicator overview. VicHealth indicators survey , 2006-2007.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdova , S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., et al. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (2a edición ed.). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Wood, J. (1999). Tree Inventories and GIS in Urban Forestry. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- Yépez, F., & Lozano, D. (2014). Mapeo del arbolado urbano con LIDAR aéreo. Revista Mexicana de ciencia Forestal , 5 (26), 58-75.

ANEXOS

Anexo 1: Listado de especies registradas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VERNACULO	CARÁCTER	HÁBITO	ECOLOGÍA	REGISTROS
AGAVACEAE	<i>Agave americana</i> L.	Penco verde	Introducido	Herbáceo		3
AGAVACEAE	<i>Agave americana</i> var. <i>aurea-marginata</i> Trel.	Penco bicolor	Introducido	Herbáceo		10
AGAVACEAE	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	Ramo de novia	Introducido	Arbóreo		7
ANACARDIACEAE	<i>Schinus molle</i> L.	Molle	Nativo	Arbóreo		17
ANNONACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	Nativo	Arbóreo		3
APOCYNACEAE	<i>Nerium oleander</i> L.	Laurel ornamental/Adelfa	Introducido	Arbustivo		33
ARACEAE	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Costilla de Adán	Nativo	Trepadora		1
ARACEAE	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Cala	Introducido	Herbáceo		2
ARACEAE	<i>Zantedeschia</i> sp.	Cala gigante	Introducido	Herbáceo		23
ARALIACEAE	<i>Oreopanax</i> gr. <i>ecuadorensis</i> Seem.	Pumamaqui	Nativo	Arbóreo	Endémico EC (libro rojo UICN EC LC 2003)	2
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	Araucaria	Introducido	Arbóreo		2
ARECACEAE	<i>Phoenix canariensis</i> Hort. ex Chabaub	Palma fenix	Introducido	Arbóreo		1
ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Palma/Guano de costa	Introducido	Arbóreo		2
ARECACEAE	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl. ex de Bary	Palma Abanico	Introducido	Arbóreo		1
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	Nativo	Arbustivo		38
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> sp.	Bacharis	Nativo	Arbustivo		15
ASTERACEAE	<i>Liabum floribundum</i> Less.	Nega	Nativo	Arbustivo	Endémico EC PE	1
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Aliso	Nativo	Arbóreo		550
BIGNONIACEAE	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Yalomán/Cholán morado	Nativo	Arbóreo		9
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacaranda	Nativo	Arbóreo		133
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nocholson	Guayacán	Nativo	Arbóreo		1
BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Lame negro/Cholán	Nativo	Arbóreo		1
BOMBACACEAE	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh	Ceibo	Nativo	Arbóreo		1
BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	Quishuar	Nativo	Arbustivo		2
CANNACEAE	<i>Canna indica</i> L.	Achira	Nativo	Herbáceo		1
CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus nigra</i> subsp. <i>canadensis</i> (L.) Bolla	Sauco	Introducido	Arbóreo		246
CLEOMACEAE	<i>Cleome</i> sp.	Cleome	Nativo	Arbustivo		1
CRASSULACEAE	<i>Crassula ovata</i> (Mill.) Druce	Jade	Introducido	Herbáceo		1
CUPRESACEAE	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. Ex Gordon	Ciprés	Introducido	Arbóreo		23
CYPERACEAE	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Papiro	Introducido	Herbáceo	Invasora	11
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Lechero rojo	Nativo	Arbóreo		14
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd	Estrella de Panamá	Introducido	Arbustivo		16
EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuera del diablo/Ricino	Introducido	Herbáceo	Invasora	9
FABACEAE	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	Chocho/altramuz	Nativo	Herbáceo		2
FABACEAE (Subfamilia CAESALPINOIDEAE)	<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Llin llin	Nativo	Arbustivo		21

FABACEAE (Subfamilia CAESALPINOIDEAE)	<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Motesiso	Nativo	Arbustivo	Endémico EC COL	2
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Acacia dealbata</i> Link.	Acacia blanca/Mimosa plateada	Introducido	Arbóreo	Invasora	50
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Faique	Nativo	Arbóreo		113
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Acacia negra	Introducido	Arbóreo	Invasora	42
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Acacia retinodes</i> Schltldl	Acacia grano de oro/Acacia plateada	Introducido	Arbóreo		4
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Albizzia lophanta</i> (Willd.) Benth.	Acacia pedo chino	Introducido	Arbóreo		9
FABACEAE (subfamilia MIMOSOIDEAE)	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Acacia leucaena	Introducido	Arbóreo	Invasora	26
FABACEAE (subfamilia PAPILIONOIDEAE)	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Porotón/cáñaro	Nativo	Arbóreo	Endémico EC COL BO	37
FABACEAE (subfamilia PAPILIONOIDEAE)	<i>Spartium junceum</i> L.	Retama de olor	Introducido	Arbustivo	Invasora	4
LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Introducido	Arbóreo		12
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC	Guararo	Nativo	Arbóreo	Endémico EC COL PE BOL	64
MALVACEAE	<i>Abutilon striatum</i> Dicks. ex Lindl.	Farol chino	Introducido	Arbustivo		2
MALVACEAE	<i>Hibiscus hbr.</i>	Cucarda	Introducido	Arbustivo		23
MALVACEAE	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Cucarda	Introducido	Arbustivo		56
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Cedro	Nativo	Arbóreo		6
MORACEAE	<i>Ficus</i> sp.	Ficus	Introducido	Arbóreo		5
MORACEAE	<i>Morus alba</i> L.	Morera blanca	Introducido	Arbóreo		3
MUSACEAE	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banano	Introducido	Arbóreo		22
MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Laurel de cera	Nativo	Arbóreo		1
MYRTACEAE	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels.	Cepillo	Introducido	Arbóreo		25
MYRTACEAE	<i>Eucaliptus globulus</i> Labill.	Eucalipto	Introducido	Arbóreo	Invasora	103
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea</i> sp.	Buganvilla	Introducido	Trepadora		3
OLEACEAE	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Fresno/Urapán	Introducido	Arbóreo		23
OLEACEAE	<i>Jasminum</i> sp.	Jasmín	Introducido	Trepadora		1
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.	Granadilla	Nativo	Trepadora		1
PINACEAE	<i>Pinus patula</i> Schiede	Pino	Introducido	Arbóreo		17
POACEAE	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Introducido	Herbáceo	Invasora	1
POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Caña guadua	Nativo	Herbáceo		42
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Ramnus/nigua	Nativo	Arbustivo	Endémico EC COL PE	2
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero japonés	Introducido	Arbóreo		1
ROSACEAE	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno	Introducido	Arbóreo		1

ROSACEAE	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulí	Introducido	Arbóreo		10
ROSACEAE	<i>Rosa</i> sp.	Rosa	Introducido	Arbustivo		1
RUTACEAE	<i>Citrus x aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Lima	Introducido	Arbóreo		1
SALICACEAE	<i>Populus x. canadensis</i> Moench.	Álamo	Introducido	Arbóreo	Invasora	32
SALICACEAE	<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	Introducido	Arbóreo		9
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> var. <i>fastigiata</i> André	Sauce piramidal	Nativo	Arbóreo		2
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	Sauce común	Nativo	Arbóreo		613
SALICACEAE	<i>Salix</i> sp.	Sauce mimbre	Introducido	Arbóreo		1
SOLANACEAE	<i>Brunfelsia grandiflora</i> D. Don	Calavera	Nativo	Arbustivo		1
SOLANACEAE	<i>Cestrum peruvianum</i> Willd. Ex Roem. & Schult	Sauco nativo/Sauco negro	Nativo	Arbustivo	Endémico EC COL PE	2
SOLANACEAE	<i>Lochroma fuchsioides</i> (Bonpl.) Miers.	Guantugsillo	Nativo	Arbustivo	Endémico EC COL	1
SOLANACEAE	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanum	Introducido	Arbustivo	Invasora	9
SOLANACEAE (Subfamilia CESTROIDEAE)	<i>Streptosolen jamesonii</i> (Benth) Miers.	Flor del quinde	Nativo	Arbustivo		1
SOLANACEAE (Subfamilia SOLANOIDEAE)	<i>Brugmansia arborea</i>	Floripondio blanco	Nativo	Arbustivo	Endémico EC	2
STYRACACEAE	<i>Styrax subargenteus</i> Sleumer	Saguilamo	Nativo	Arbustivo		3
TOTAL						2592

Anexo 2: Resultados por segmento

Resultados obtenidos por segmento

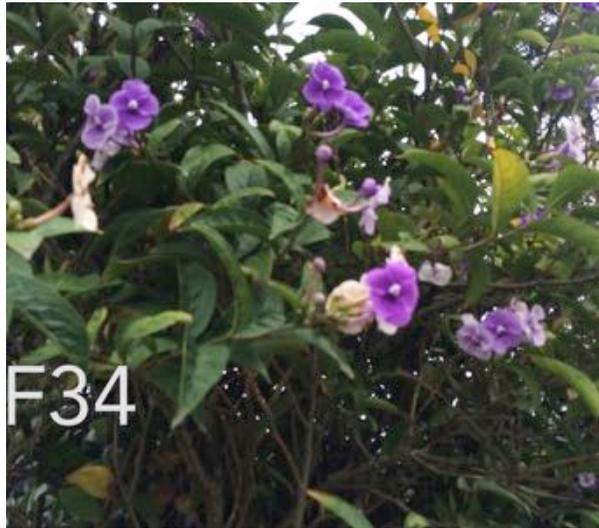
Segmento	Individuos	Especies	Familias	I. Shannon	Especies más abundantes	Porcentaje tres especies	ALTURA				HABITO				CARÁCTER		ENDEMISMO		INVASORAS	
							1 a 3	3 a 5	5 a 10	> de 10	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Trepadora	Nativo	Introducido	Ind.	Esp.	Ind.	Esp.
Seg. 1	239	25	19	2,21	Sauce Sauco Aliso	67	66	29	40	104	207	24	7	1	160	79	6	3	8	2
Seg. 2	288	27	23	2,27	Sauce Aliso Cucarda/Sauco	74	83	29	41	135	228	43	15	2	194	94	10	3	10	2
Seg. 3	254	25	23	2,14	Sauce Aliso Sauco	66	65	27	35	128	208	11	35		198	56	10	3	4	3
Seg. 4	253	28	22	2,22	Sauce Aliso Sauco	70	52	49	41	111	232	18	3		164	89	10	2	9	4
Seg. 5	247	25	20	2,12	Aliso Sauce Sauco	73	37	40	39	131	225	17	5		178	69	19	3	5	3
Seg. 6	244	30	23	2,7	Sauce Aliso Sauco	49	41	39	47	117	219	12	12	1	154	90	14	2	9	3
Seg. 7	346	23	19	2,13	Jacaranda Aliso Sauco	67	66	20	38	222	331	13	1	1	297	49	29	4	10	3
Seg. 8	209	24	18	2,58	Sauce Acacia blanca Faique	45	31	13	34	131	192	2	15		101	108	11	2	87	7
Seg. 9	204	20	16	2,2	Eucalipto Aliso Sauce	64	23	21	46	117	176	24	3	1	101	103	2	2	88	6
Seg. 10	308	38	30	2,58	Laurel Orn. Eucalipto Curarda/Sauce	32	45	47	56	162	227	72	9		159	149	2	2	57	9

Anexo 3: Galería fotográfica















Anexo 4: Cartografía digital elaborada en GIS