



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

# SISTEMA GEORREFERENCIADO ARBÓREO

*Campus San Joaquín*



DIRECCIÓN DE  
SUSTENTABILIDAD

El presente documento es el resultado de una colaboración entre la Dirección de Sustentabilidad y el Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente de la Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales, ambas unidades de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS Y MEDIO AMBIENTE:**

- Marcelo Miranda, académico a cargo de guiar el estudio.
- Javiera Carreño, investigadora principal y redactora del documento.
- Constanza Hernández, ayudante para levantamiento de información en terreno.

**DIRECCIÓN DE SUSTENTABILIDAD:**

- José Moya
- Sofía Miranda
- Maryon Urbina

A cargo de hacer seguimiento del estudio y apoyar la implementación del estudio en terreno.

**Estudio realizado el año 2023, publicado el año 2024.**

# Índice de contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
	a. Objetivo general	10
	b. Objetivos específicos	10
<b>3</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>11</b>
	a. Carbono neutralidad	11
	b. Sumidero de Carbono	11
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
	a. Área de estudio	12
	b. Inventario Forestal Campus San Joaquín.	13
	c. Características por especie.	16
	d. Parámetros para el cálculo de secuestro de carbono	17
	e. Captura de carbono y proyección de captura entre los años 2020 al 2038	21
	f. Impresiones cartográficas	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
	a. Inventario Forestal	24
	b. Inventario Forestal por cuadrantes	35
	c. Resultados de las características por especie.	51
	d. Secuestro de carbono 2022 y proyección de captura entre los años 2020 al 2038	57
<b>6</b>	<b>LINEAMIENTO A FUTURO</b>	<b>62</b>
	a. Mitigación de especies alérgenas	62
	1. Especies Alérgenas	62
	2. ¿Cómo mitigar los efectos de las alergias?	65
	b. Control de especies en estado de regeneración y especies invasoras que afectan a la regeneración.	67
	1. Especies en estado de desarrollo en regeneración natural	67
	2. Especies de fauna e insecto invasora que afectan a la regeneración	70
	c. Sectores prioritarios de conservación y estrategias de protección de biodiversidad.	72
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>
	a. Anexo 1: Cartografía por cuadrantes	78
	b. Anexo 2: Medición en Terreno	92
	c. Anexo 3: Índice de Shannon de los sectores prioritarios a conservación.	93

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con 51 hectáreas: División del área de estudio en 14 cuadrantes.....	13
<b>Figura 2:</b> Aplicación CartoDroid que se utilizó para tomar los datos en terreno. Se ingresaron los campos de Nombre común, Nombre científico, DAP y Presencia de Nido. ....	15
<b>Figura 3:</b> Ecuaciones de volúmenes graficadas en función del DAP. Se tomaron las funciones de las especies <i>Acacia caven</i> , <i>Jacaranda mimosifolia</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Persea lingue</i> y <i>Peumus boldus</i> . ....	18
<b>Figura 4:</b> Ecuaciones de biomasa graficadas en función del DAP. Se tomaron las funciones alométricas de las especies <i>Grevillea robusta</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Koeleruteria paniculata</i> , <i>Cryptocarya alba</i> , <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Maytenus boaria</i> . ....	19
<b>Figura 5:</b> Especies arbóreas identificadas en el inventario, noviembre-diciembre del año 2022. Estas se encuentran georreferenciadas en el sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S. Simbología: Figura 6. ....	30
<b>Figura 6:</b> Simbología de la Figura 5 y 7 de los árboles identificados en el Campus San Joaquín. ....	31
<b>Figura 7:</b> Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el Campus San Joaquín. Este se elaboró a base de la capa del inventario, seleccionando en simbología el “nombre científico” y visualizando las concentraciones de agrupaciones de especies en el mapa. Nota: Para este mapa de calor se considera la misma simbología para los puntos de la Figura 6. ....	32
<b>Figura 8:</b> Mapa de Calor del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles presentes en el Campus San Joaquín. Este se elaboró a base de la capa del inventario, seleccionando en simbología el “DAP”. El rango de DAP va desde 1 cm a 90 cm de DAP. Los valores cercanos a 90 cm de DAP se concentra su color en rojo y los colores cercanos a 1 cm de le asigna el calor degradados a blanco. ....	33
<b>Figura 9:</b> Principales especies arboréas con mayor stock de carbono del Campus San Joaquín, para el año 2020 y su proyección entre los años 2020 al 2038. ....	59
<b>Figura 10:</b> Principales especies arboréas de origen nativo y endémico con mayor stock de carbono del Campus San Joaquín, para el año 2020 y su proyección entre los años 2020 al 2038. ....	59
<b>Figura 11:</b> Mapa de calor del secuestro de carbono de los árboles del Campus San Joaquín. Se elaboró a base de la capa del inventario del secuestro de carbono en el año 2022. Sus valores varían entre 0 a 18 Ton CO <sub>2</sub> eq. Los valores cercanos a 18 Ton CO <sub>2</sub> eq se concentra su color en rojo y los colores cercanos a 0 Ton CO <sub>2</sub> eq de le asigna el calor degradados a blanco. ....	61
<b>Figura 12:</b> <i>Platanus x acerifolia</i> , nombre común Plátano oriental. ....	63
<b>Figura 13:</b> Ciclos de polinización del <i>Platanus x acerifolia</i> normalizados en una escala base 100 que representa la incidencia del desarrollo de síntomas alérgicos en la población sensible. Fuente: (POLENES, s.f.). ....	63
<b>Figura 14:</b> <i>Acer negundo</i> , nombre común Arce. Fuente: (iNaturalistCL, 2023). ....	64
<b>Figura 15:</b> Ciclos de polinización del <i>Acer negundo</i> normalizados en una escala base 100 que representa la incidencia del desarrollo de síntomas alérgicos en la población sensible. Calendario de polinización para la ciudad de Santiago Fuente: (POLENES, s.f.). ....	65

<b>Figura 16:</b> Especies alérgicas presentes en el Campus San Joaquín. Fuente: Elaboración propia en el sistema de referencia WGS 84 huso 19S. ....	66
<b>Figura 17:</b> Regeneración natural de la especie <i>Populus alba</i> . Sector de avenida principal de los plátanos orientales y al costado del Vermicampus, sector de Deportes. ...	67
<b>Figura 18:</b> Regeneración por monte medio de la especie <i>Ailanthus altissima</i> al costado del basurero del Campus San Joaquín. ....	68
<b>Figura 19:</b> Regeneración por monte alto de la especie <i>Quercus robur</i> en el sector de la avenida principal de los plátanos orientales llegando a la biblioteca San Joaquín. ....	69
<b>Figura 20:</b> Conejo común ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> ). Fuente: (Natusfera, 2023). ....	70
<b>Figura 21:</b> Chinche del Arce, <i>Boisea Trivittata</i> Fuente. (Aliaga, 2023). ....	71
<b>Figura 22:</b> Sectores prioritarios para conservación en el campus San Joaquín. Fuente: Elaboración propia en el sistema de referencia WGS 84 huso 19. ....	73

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b>	Características de los cuadrantes, se presenta la superficie en hectáreas y las coordenadas medias en el sistema de referencia WGS 84 UTM 19 S. ....	12
<b>Tabla 2:</b>	Crecimientos diametrales para las especies <i>Acacia caven</i> , <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Lithraea caustica</i> , <i>Populus sp.</i> , <i>Quillaja saponaria</i> , <i>Schinus latifolius</i> , <i>Cryptocarya alba</i> y <i>Jacaranda mimosifolia</i> (cm/año). ....	20
<b>Tabla 3:</b>	Valores por Defecto de los Factores de Expansión de la Biomasa (FEB2). Fuente: (Penman, y otros, 2003). ....	21
<b>Tabla 4:</b>	Relación Biomasa bajo el suelo /sobre el suelo (Relación Raíz-Vástago, R) por categorías generales. ....	22
<b>Tabla 5:</b>	Especies arbóreas identificadas en el Campus San Joaquín, con el tipo de origen al que pertenece (Exótico, Nativo y Endémico). ....	26
<b>Tabla 6:</b>	Cantidad de árboles por especie con presencia de nido en el campus San Joaquín. ....	33
<b>Tabla 7:</b>	Número de especies e individuos presentes por cada cuadrante. Se incluye los resultados del cálculo del índice de Shannon. ....	36
<b>Tabla 8:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 1, con su respectiva composición y abundancia. ....	37
<b>Tabla 9:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 2, con su respectiva composición y abundancia. ....	38
<b>Tabla 10:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 3, con su respectiva composición y abundancia. ....	39
<b>Tabla 11:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 4, con su respectiva composición y abundancia. ....	40
<b>Tabla 12:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 5, con su respectiva composición y abundancia. ....	41
<b>Tabla 13:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 6, con su respectiva composición y abundancia. ....	42
<b>Tabla 14:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 7, con su respectiva composición y abundancia. ....	43
<b>Tabla 15:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 8, con su respectiva composición y abundancia. ....	44
<b>Tabla 16:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 9, con su respectiva composición y abundancia. ....	45
<b>Tabla 17:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 10, con su respectiva composición y abundancia. ....	46
<b>Tabla 18:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 11, con su respectiva composición y abundancia. ....	47
<b>Tabla 19:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 12, con su respectiva composición y abundancia. ....	48
<b>Tabla 20:</b>	Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 13, con su respectiva composición y abundancia. ....	49

<b>Tabla 21:</b> Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 14, con su respectiva composición y abundancia. ....	50
<b>Tabla 22:</b> Listado de categorías de conservación según el Ministerio del Medio y la Lista Roja de UICN. Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) (IUCN, 2022). ....	52
<b>Tabla 23:</b> Características por especie: estado de conservación que se encuentran según el Ministerio del Medio y la Lista Roja de UICN, tipo de hábitat al cual pertenece y si es Perenne o Caducifolia y/o Conífera. Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) (IUCN, 2022). ....	52
<b>Tabla 24:</b> Cantidad de especies en Categoría de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente vigente al 2022. ....	56
<b>Tabla 25:</b> Stock de carbono al año 2022 por cuadrante y proyección del secuestro entre los años 2020 al 2038. ....	60
<b>Tabla 26:</b> Stock de carbono para el año 2022, y la proyección del secuestro de carbono entre los años 2020 al 2038. ....	61

# 1

## Introducción

En las ciudades, la vegetación urbana es un elemento fundamental en la arquitectura, considerándose indispensable por beneficios ecosistémicos que otorga a lo habitantes, tanto desde lo ambiental como de lo social y económico. Uno de los beneficios más relevantes a destacar, son la mejora en la calidad del aire reduciendo contaminantes atmosféricos y, en especial, el CO<sub>2</sub> de la atmosfera. Con esto, otorga un impacto positivo directamente en la salud física e indirectamente en la salud mental de las personas. Asimismo, genera un hábitat para la fauna silvestre y biodiversidad, regulación en los recursos hídricos e incluso puede reducir los ruidos<sup>1</sup> de la contaminación acústica. Dado esto antecedentes, es de gran interés el manejo de áreas urbanas con vegetación, e incorporar la biomasa arbórea en las calles de la ciudad, ya que esta, además de ser una fuente térmica y generador de sombra en verano, permite la mayor cantidad de absorción de CO<sub>2</sub> de la atmosfera, y en sí, una fuente reguladora para el cambio climático.

En la actualidad las ciudades ofrecen condiciones poco favorables para el establecimiento y sobrevivencia de los árboles, tales como el exceso de pavimentación en las veredas, el poco espacio para el crecimiento en diámetro y en altura, el cableado, el estrés hídrico o incluso los grandes edificios, que solo generan sombra, no dan la posibilidad de otorgar luz a las plantas generando que estas les sean difícil que realicen fotosíntesis.

Hay que mencionar también que, gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático provienen de las zonas urbanas. Se sabe que, en Chile es un emisor activo de un 0,25% de las emisiones a nivel mundial, en que uno de los contaminantes más emitidos es el CO<sub>2</sub>, con un 78 % del total de los contaminantes<sup>2</sup> (MMA., 2020). En este marco, existen esfuerzos internacionales para poder minimizar, o al menos, mantener en determinados niveles actuales tasas de emisión de este compuesto atmosférico.

El trabajo que se realiza para mitigar y adaptarse a los efectos adversos del cambio climático ha sido una de las prioridades más importantes de la política ambiental mundial. La respuesta ante el reto del cambio climático, se ha materializado en dos instrumentos jurídicos; *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio*

---

1 Los árboles y la vegetación pueden ayudar a reducir la contaminación del ruido de cinco maneras: 1) absorción (eliminación del ruido) 2) desviación (se altera la dirección del ruido) 3) reflexión (el sonido rebota a su fuente de origen) 4) refracción (las ondas del sonido se doblan alrededor de un objeto) y 5) ocultación (se cubre el sonido no deseado con otro más placentero) (Hernández, Serra, Et Araya, 2007).

2 Para el año 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero que fueron estimadas para Chile (excluyendo el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura UTCUTS) fueron de 112.313 KT CO<sub>2eq</sub>, cuyos principales GEI emitidos fue el CO<sub>2</sub> (78%), CH<sub>4</sub>(13%), N<sub>2</sub>O (6%) y gases fluorados (3%), entre otros (MMA., 2020).

*Climático (CMNUCC)* adoptada en 1992, que entró en vigor en 1994 y *El Protocolo de Kioto*, que desarrolla y dota de contenido concreto las prescripciones genérica de la convención, cuyo objetivo es lograr una estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, con el fin de impedir perturbaciones peligrosas de carácter antropogénico en el medio ambiente (Ooec, 2019).

Una de sus cláusulas de este último instrumento para mitigar el calentamiento global es el concepto de “Secuestro de carbono”. El secuestro de carbono es una forma de mitigar la acumulación de gases de efecto invernadero de la atmósfera, lo que ha introducido en el mercado la estimación de las reservas de carbono y la tasa de secuestro de carbono por hectárea, y así mismo la biomasa, ya que esta última es un indicador importante en la captura de carbono. Autores mencionan que (Ugle, Rao, & Ramachandra, 2010), no existen muchos esfuerzos para abordar el potencial de los árboles urbanos en el secuestro de carbono, incluso el Protocolo de Kioto no se aplica para las zonas urbanas de vegetación, lo que es una oportunidad de incluir este punto y dar valor a los árboles de la ciudad.

El campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile presenta una superficie aproximada de 51 ha, emplazándose en una zona desprovista de parques públicos en sus alrededores, siendo de especial interés desde el punto de vista del patrimonio natural. Actualmente, se están realizando varios esfuerzos para aumentar la cobertura vegetal, tal como fue el pasado septiembre del 2022 en que se realizó una restauración plantando más de 700 individuos vegetales en el sector noreste del campus. Esta iniciativa fue dirigida por la dirección de Sustentabilidad UC, encargada de promover y articular esfuerzos en materia de sustentabilidad dentro de la universidad. Cabe mencionar que, durante el 2020, grupos de trabajo, compuestos por investigadores(as), académicos(as), estudiantes, funcionarios(as) y profesionales de la comunidad UC, trabajaron en un diagnóstico y en la propuesta de acciones concretas con el fin de alcanzar la meta de la *carbono neutralidad*, cuya estrategia para la Acción Climática es implementada hasta el año 2038 (Dirección de Sustentabilidad, 2022).

## **Objetivos**

### **A. OBJETIVO GENERAL**

Difundir y concientizar la importancia del patrimonio arbóreo en Campus San Joaquín.

### **B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Generar una base de datos georreferenciada de todos los árboles presentes en el campus San Joaquín.
- Determinar la composición, abundancia y riqueza de especie en el campus.
- Estimar la biodiversidad arbórea del campus.
- Calcular el stock de carbono en árboles al año 2022.
- Proyectar la captura de carbono desde el año 2020 al 2038.
- Generar lineamiento de mitigación de especies alergénicas, control de especies en estado de regeneración y especies invasoras que afectan a la regeneración, y de protección la biodiversidad de especies en el campus.

# 3

## Marco Conceptual

### A. CARBONO NEUTRALIDAD

El concepto carbono neutralidad consiste en lograr que las emisiones sean equivalentes a cero. Para lograr esto es necesario reducir, compensar y/o remover las emisiones generadas por el antropógeno, ya sea por una industria, empresa o incluso un país (Dirección de Sustentabilidad, ¿Qué es la Carbononeutralidad?, 2023).

### B. SUMIDERO DE CARBONO

Los bosques y la vegetación, en sí mismos, son sumideros de carbono, ya que tienen la capacidad de absorber el carbono presente en la atmósfera e incorporarlos a través de la fotosíntesis en su estructura molecular. Es decir, el carbono que se encontraba en la atmósfera de forma gaseosa se estabiliza en la planta, lo que se conoce como *sumidero de carbono* (ADAPTAMED, 2018).

Un sumidero de carbono corresponde a un reservorio de carbono o almacenamiento que puede funcionar como fuente o sumidero. En el caso de ecosistemas vegetacionales corresponde el siguiente proceso:

1. Absorción de carbono por fotosíntesis y generación de O<sub>2</sub> a la atmósfera
2. Carbono incorporado al suelo desde la vegetación (COS)
3. Pérdida de carbono del suelo (mineralización, respiración heterotrófica, etc.)
4. Emisiones por respiración autotrófica y emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs)
5. Carbono retirado por la eliminación de la vegetación (corta, forestación, incendios, cambio de uso de suelo, etc.)

Uno de los mayores impactos positivos que contribuye a la mitigación del cambio climático es que los sumideros en todo proceso o mecanismo que hace desaparecer de la atmósfera un gas de efecto invernadero (Ooec, 2019) o directamente el CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

## 4

## Metodología

### A. ÁREA DE ESTUDIO

El presente proyecto se realizó en el Campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile localizada en Av. Vicuña Mackenna N° 4869, en la comuna de Macul, Santiago de Chile (33°29' 54.67" S, 70°36'54.80" O). Este contiene una superficie aproximada de 51 ha, en que se inserta en el clima mediterráneo de la zona central de Chile, con veranos secos e inviernos húmedos. La vegetación que contiene la región se caracteriza por ser del Tipo Forestal Esclerófilo, con especies resilientes a la sequía en verano y con hojas coriáceas, es decir, duras y flexibles que retienen la humedad del ambiente.

Para la ejecución se definieron 14 cuadrantes dentro del campus para trabajar (Figura 1), cuyas coordenadas media y superficie se presenta en la Tabla 1. Estos cuadrantes fueron diseñados por criterios logísticos a la hora de tomar medidas en terreno. Cabe mencionar que todos los resultados obtenidos se estructuraron por estos cuadrantes.

TABLA 1:

Características de los cuadrantes, se presenta la superficie en hectáreas y las coordenadas medias en el sistema de referencia WGS 84 UTM 19 S.

N° Cuadrante	Sup (ha)	Coordenada X	Coordenada Y
1	7,5	349.989	6.292.500
2	6,8	350.613	6.292.254
3	0,7	350.648	6.292.592
4	2,6	350.535	6.292.479
5	2,6	350.217	6.292.443
6	4,6	350.532	6.292.351
7	8,6	350.116	6.292.139
8	3,3	350.355	6.292.129
9	1,3	350.460	6.292.130
10	1,3	350.331	6.292.331
11	3,0	350.358	6.292.513
12	3,0	350.689	6.292.467
13	1,8	350.806	6.292.209
14	3,9	350.526	6.292.040
<b>Total</b>	<b>51,0</b>		

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 1:  
Campus San Joaquín de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con 51 hectáreas: División del área de estudio en 14 cuadrantes.



Fuente: Elaboración propia en el sistema de referencia WGS 84 UTM 19S

## B. INVENTARIO FORESTAL CAMPUS SAN JOAQUÍN

Se realizó un inventario de los árboles en los 14 cuadrantes. En estos se identificaron, nombre de la especie, el diámetro al pecho (DAP)<sup>3</sup> y la presencia de nido<sup>4</sup>, con la aplicación del celular llamada *Cartodroid* (Figura 2), tomando al mismo tiempo los puntos GPS (coordenada X e Y en el sistema de referencia WGS 84 UTM 19S). Los instrumentos que se necesitaron fueron; Forcípula, celular con la Apps, los cuadrantes cargados en la Apps y un libro de reconocimiento de las especies.

De los puntos muestreados se subió la información al software QGIS, de manera de juntar todos los puntos en una sola capa vectorial en formato shapefile. Además, se

3 Para la medición del Diámetro al pecho (DAP) se deja la metodología en Anexo 2: Medición en Terreno.

4 Para la presencia de nido se cuantificó de forma binaria, es decir, árboles que contiene nido se le asignó el valor 1 y árboles sin presencia de nido se le asignó el valor 0.

encontraba a disposición para este proyecto, un mosaico de imágenes de drone, volado el pasado verano 2022, que permitió con mayor precisión corregir los puntos que contenían errores. Por último, los valores se digitaron en planilla considerando las siguientes variables; ID, Coordenada X, Coordenada Y, N° cuadrante, Sup (ha) cuadrante, Nombre común, Nombre científico, origen (exótico, endémico o nativo), forma de crecimiento (árbol, arbusto, herbácea), diámetro de pecho (DAP) y nido.

Con esto se pudo determinar;

1. Riqueza: Cantidad de especies presentes en cierto lugar.
2. Abundancia: Cantidad de individuos por especie de árboles.
3. Composición de especie: Listado de especies en un sitio de interés
4. Mapa de Calor<sup>5</sup> de la riqueza de especies en el campus.
5. Mapa de Calor del Diámetro a la altura del pecho (DAP).
6. Índice de Shannon: Índice que se utiliza para cuantificar la biodiversidad, también se conoce como Shannon-Weaver. Este refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores; el número de especies presentes (riqueza) y la abundancia relativa. Este se define como

$$H = - \sum_{(i=1)}^S \pi_i \ln \pi_i$$

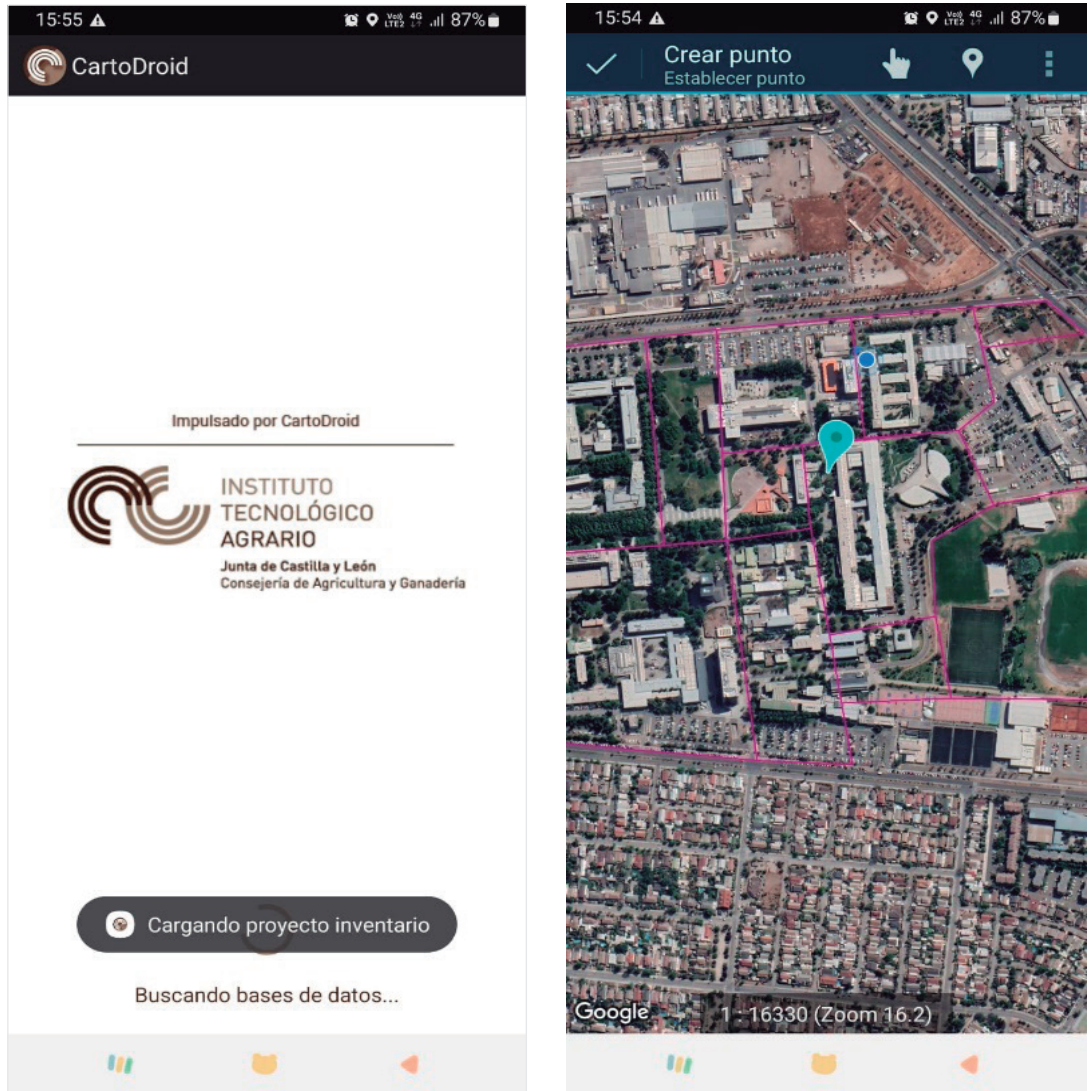
Donde  $S$  corresponde al número de especies presente en la población y  $\pi_i = \frac{n_i}{N}$  es una muestra aleatoria que viene a partir de las frecuencias relativas. Además,  $N$  corresponde a la cantidad de individuos totales en la población y  $n_i$  es cantidad de individuos por especie (Pla, 2006).

Este índice varía entre los valores 0,5 a 5, con tres tipos de rangos; valores inferiores a 2 se considera bajo en nivel de biodiversidad de especie, valores entre 2 y 3 es un rango normal de biodiversidad y valores superiores a 3 son altos en biodiversidad de especie.

5 El mapa de calor en Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta visual que permite comprender la distribución y la intensidad relativa de los puntos de datos de un mapa de manera sencilla. En estos mapas son útiles para el conjunto de datos muy grandes permitiendo representar en el mapa la densidad de puntos (mappingGIS, 2018). Se usan colores en las densidades de datos para representar la distribución de los datos. Para este estudio se utilizó la simbología en la plataforma Qgis en los puntos del inventario, usando la categoría de "Nombre científico".

6 La Biodiversidad Máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Esto quiere decir que no necesariamente la Biodiversidad Máxima se alcanza con el valor 5, ya que depende de la cantidad de individuos presentes en el área de estudio. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente de  $\frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln S}$ , que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ( $\pi_i = 1/S$ ) (Pla, 2006).

FIGURA 2:  
Aplicación CartoDroid que se utilizó para tomar los datos en terreno. Se ingresaron los campos de Nombre común, Nombre científico, DAP y Presencia de Nido.



### C. CARACTERÍSTICAS POR ESPECIE.

Se realizó una búsqueda bibliográfica por especie para determinar las siguientes categorías para la tabla de atributo:

- Tipo de hábitat que pertenece cada especie: se clasificó por Macrobioclimas; Tropical, Mediterráneo, Templado y (Anti) boreal, basados en la magnitud y estacionalidad de las temperaturas y precipitaciones. Estas macrobioclimas es una clasificación que es usada internacionalmente (Luebert & Pliscoff, 2006).
- Si la especie corresponde a Perenne o Caducifolia y/o Conífera.
- Categoría de Conservación según MMA<sup>7</sup> para especies nativas y endémicas según la vigencia al año 2022; se ingresó cada especie a la base de datos del Ministerio del Medio Ambiente para extraer la información.
- Categoría de Conservación según la UICN<sup>8</sup> para todas las especies según la vigencia al año 2022; se ingresó cada especie a la base de dato a la Lista Roja de la UICN para identificar la categoría.
- Especies Invasora arbóreas; Si bien el término ‘especie invasora’ se le puede atribuir a que sea ambiguo dado que según terminología del Ministerio del Medio Ambiente (2023) *“una especie es invasora corresponde a una especie exótica, ya asilvestrada<sup>9</sup> o naturalizada a un territorio, que expandió su área de distribución y su población, con lo cual amenaza e impacta negativamente al ecosistema y hábitat donde se establece, y daña a las especies nativas que viven en ellos”*. Dado que el ecosistema de este proyecto corresponde a una zona urbana, se pone el supuesto que las especies exóticas presente fueron introducidas por fines paisajísticos, por lo que se midió la regeneración natural de forma visual presentes en el campus San Joaquín. Ahora bien, se incorporó una pequeña búsqueda bibliográfica de posibles especies de fauna que afecta a la regeneración<sup>10</sup>.

---

7 La clasificación según estado de conservación del Ministerio del Medio Ambiente permite evaluar el nivel de amenaza de la diversidad biológica y contribuir a priorizar los esfuerzos y los recursos en aquellas especies que se encuentran amenazadas, incrementando la investigación sobre ellas y realizar una planificación territorial <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/> (Ministerio del Medio Ambiente, 2022).

8 La lista Roja de UICN es un indicador de la salud de la biodiversidad del mundo. Es una herramienta para informar y catalizar las acciones en pro de la conservación y biodiversidad y cambios de políticas. Otorga información de distribución, tamaño poblacional, hábitat y ecología, uso y/o tráfico, amenazas, y acciones de conservación <https://www.iucnredlist.org/es> (IUCN, 2022).

9 Una especie asilvestrada o naturalizada, es una especie exótica que se encuentra en estado libre y que ha sido capaz de establecer poblaciones autónomas en vida libre, dispersarse a nuevos territorios y reproducirse de manera natural, sin mediar intervención humana directa (MMA, 2023).

10 Estos resultados se analizarán en los lineamientos a futuro de mitigación de especies invasoras.

## D. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE SECUESTRO DE CARBONO

Para la realización del cálculo de captura de carbono se utilizó la metodología vigente del IPCC (Penman, y otros, 2003) llamada “*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*”. Se calculó el volumen y la biomasa de cada árbol, además de realizar una búsqueda bibliográfica de las tasas de crecimiento para cada especie. La búsqueda bibliográfica de las funciones de volumen y biomasa fue en conjunto, donde se priorizó en encontrar las funciones de biomasa<sup>11</sup>, esto debido a que, para obtener el cálculo del secuestro de carbono, se necesita determinar la biomasa total. En la búsqueda bibliográfica, se priorizaron las funciones en función del . Si este último supuesto no se cumplía y se encontraban funciones con dos variables ( y ), se utilizó una función general de que se encuentra en función del . Esta ecuación fue:

$$h \text{ (altura)} = 1,85698 + 0,526412 * DAP \quad (\text{Drake, Emanuelli, \& Acuña, 2003})$$

Donde  $h$  es la altura del árbol en *metros* y  $DAP$  es el diámetro a la altura del pecho o 1,3 m desde el suelo medido en *centímetros*.

### a) Volumen m<sup>3</sup>

Para determinar de forma directa el volumen de un árbol se utilizan funciones de Volumen que permite saber con exactitud el valor (Prodan, Peters, Cox, & Real, 1997). Para ello se hizo una búsqueda bibliográfica de funciones de volumen en función al DAP o diámetro a la altura del pecho. Por ejemplo, para la especie *Jacaranda mimosifolia* de (McPherson, Van Doorn, & Peper, 2016) su función corresponde a:

$$V = 0,0001005 * DAP^{2,486248}$$

Donde  $V$  corresponde al volumen del árbol *Jacaranda* medida en  $m^3$  y el  $DAP$  es el diámetro a la altura del pecho o 1,3 m desde el suelo medido, medido en el inventario en *cm*.

Cabe mencionar que en el momento de encontrar las funciones de volumen se procedió a verificarlas, de manera de comprobar si se encontraban bien escritas al traspaso a la base de dato. Para ello se graficó las funciones de volumen en función de  $DAP$  *clase*<sup>12</sup>. En la Figura 3, se visualiza un ejemplo de este gráfico utilizando cinco funciones de las especies *Acacia caven*, *Jacaranda mimosifolia*, *Liquidambar styraciflua*,

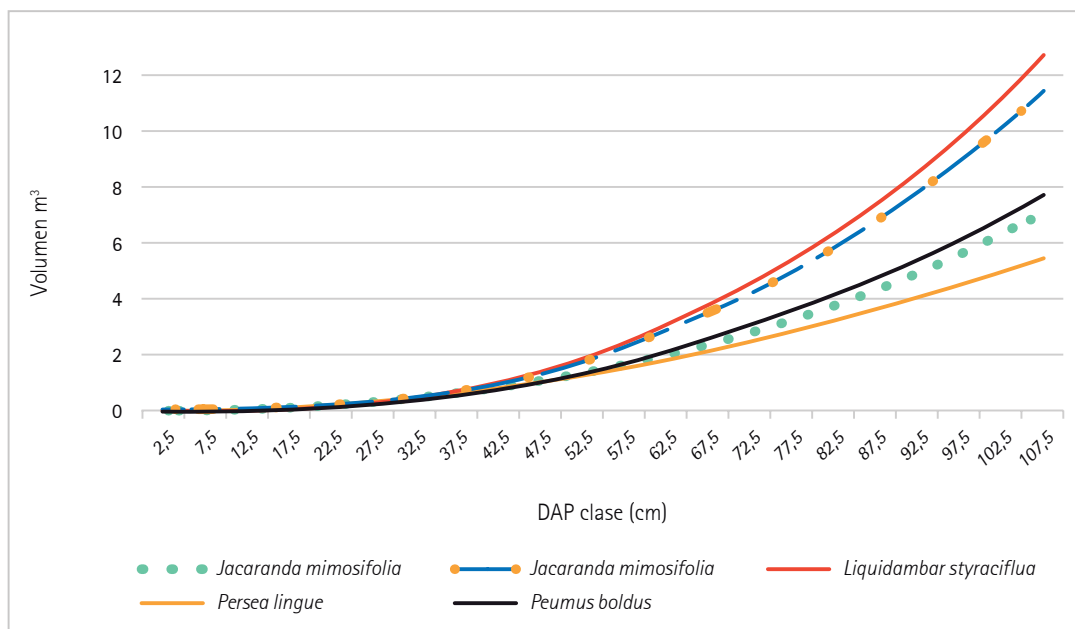
11 En la sección C.a) *Volumen* se muestra que existe una ecuación que indica que al multiplicar volumen con densidad obtenemos la biomasa, por lo que es una de las prioridades primero es encontrar las funciones de biomasa. Se deja estas dos alternativas para el cálculo, dado que se identificaron distintas especies, de las cuales, no todas tienen información de dasometría forestal.

12 El DAP clase o Clases de Dap, es la secuencia del promedio entre los intervalos de cinco en cinco. Es decir, se tiene un listado de intervalo de [0-5[, [5-10[, [10-15[, [15-20[, [20-25[, ..., [100-105[, [105-110[, y se calcula el promedio de cada intervalo de manera de tener un listado de la siguiente forma: 2,5 ; 7,5 ; 12,5 ; 17,5 ; 22,5 ; ..... ; 102,5 ; 107,5.

*Persea lingue*, *Peumus boldus*. Ahora bien, este procedimiento se realizó con todas las especies que se encontraron sus funciones correspondientes. Para aquellas especies que no se encontraron funciones, se homologó la función por criterios de origen de hábitat y/o por parentesco de género o familia.

FIGURA 3:

Ecuaciones de volúmenes graficadas en función del DAP. Se tomaron las funciones de las especies *Acacia caven*<sup>13</sup>, *Jacaranda mimosifolia*, *Liquidambar styraciflua*<sup>14</sup>, *Persea lingue*<sup>15</sup> y *Peumus boldus*<sup>16</sup>.



Una vez calculado el volumen del árbol se multiplicó la densidad básica de la madera por especie para obtener la biomasa en *Kg*. Para esto, se realizó una búsqueda bibliográfica de densidad básica de la madera en las especies que correspondía. En el caso de que no se encontrara la información, se homologó por criterios de origen de hábitat y/o por parentesco de género o familia.

$$\text{Biomasa (Kg)} = \text{Densidad básica (Kg/m}^3\text{)} * \text{Volumen (m}^3\text{)} \quad (\text{Ximenes, y otros, 2018}).$$

13 La función de volumen que se utilizó para la especie *Acacia caven* fue:  $\text{Volumen (m}^3\text{)} = (0,000071 * \text{DAP}^2,395) / 0,73$  (Cruz, Bascuñan, Et Velozo, Funciones alométricas para el bosque mediterráneo chileno, 2014).

14 La función de volumen que se utilizó para la especie *Liquidambar styraciflua* fue:  $\text{Volumen (m}^3\text{)} = 0,000079 * \text{DAP}^2,560569$  (Duncanson, 2015).

15 La función de volumen que se utilizó para la especie *Persea lingue* fue:  $\text{Volumen (m}^3\text{)} = 0,003155 + 0,000475 * \text{DAP}^2$  (Drake, Emanuelli, Et Acuña, 2003).

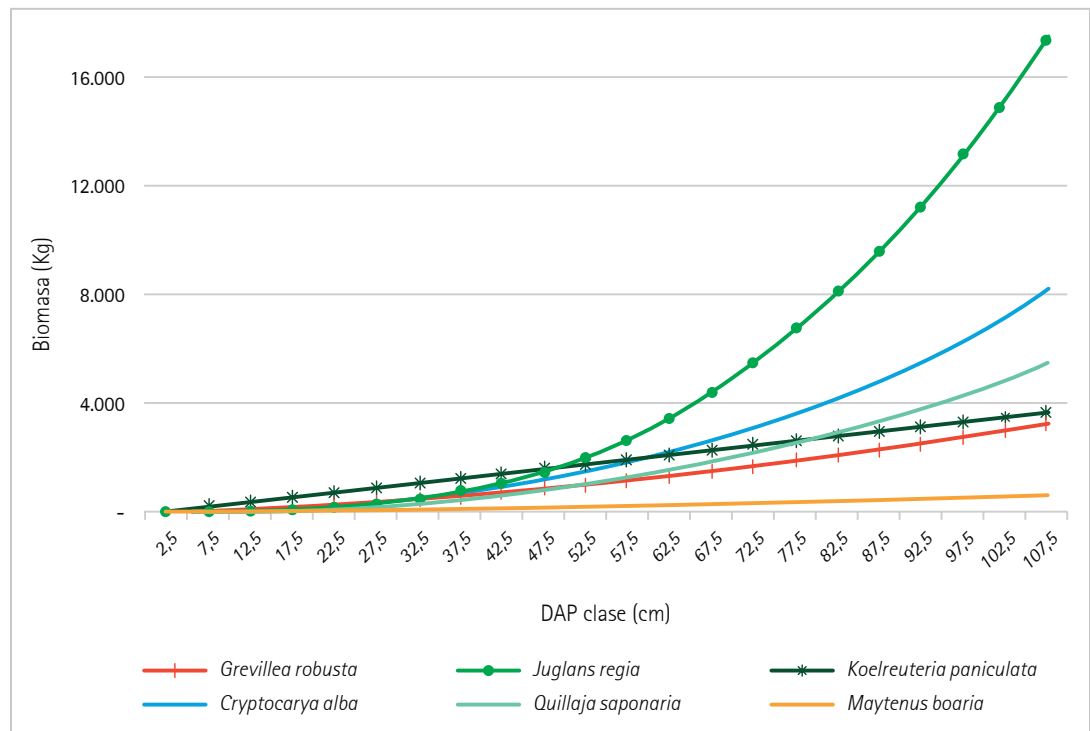
16 La función de volumen que se utilizó para la especie *Peumus boldus* fue:  $\text{Volumen (m}^3\text{)} = (0,000061 * \text{DAP}^2,363) / 0,5$  (Drake, Emanuelli, Et Acuña, 2003).

### b) Biomasa kg/m<sup>3</sup>

Se identificaron varias ecuaciones alométricas para la biomasa en la literatura en función del *DAP*. Para aquellas especies que no se poseía información dasométrica se utilizó la homologación por criterios de origen de hábitat y/o por parentesco de género o familia. Al igual que en el caso del volumen, se graficaron las funciones de biomasa en función del *DAP clase*, con el fin de verificar y comprobar si estaban bien escritas al traspaso a la base de dato. En la Figura 4, se muestra un ejemplo del gráfico para las especies *Grevillea robusta*, *Juglans regia*, *Koelreuteria paniculata*, *Cryptocarya alba*, *Quillaja saponaria* y *Maytenus boaria*.

FIGURA 4:

Ecuaciones de biomasa graficadas en función del *DAP*. Se tomaron las funciones alométricas de las especies *Grevillea robusta*<sup>17</sup>, *Juglans regia*<sup>18</sup>, *Koelreuteria paniculata*<sup>19</sup>, *Cryptocarya alba*<sup>20</sup>, *Quillaja saponaria*<sup>21</sup> y *Maytenus boaria*<sup>22</sup>



17 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Grevillea robusta* fue;  $Biomasa (Kg)=1,384 * DAP^{1,665}$  (Owate, Mware, & Kinyanjui, 2018).

18 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Juglans regia* fue;  $Biomasa (Kg)=0,03 * DAP^{2,84}$  (Cambria & Pierangeli, 2012).

19 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Koelreuteria paniculata* fue;  $Biomasa (Kg)=-98,577+34,589 * DAP$  (Qin, y otros, 2022).

20 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Cryptocarya alba* fue;  $Biomasa (Kg)=0,136 * DAP^{2,352}$  (Cruz, Bascuñan, & Velozo, Funciones alométricas para el bosque mediterráneo chileno, 2014).

21 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Quillaja saponaria* fue;  $Biomasa (Kg)=0,1502 * DAP^{2,251}$  (Cruz, Bascuñan, & Velozo, Funciones alométricas para el bosque mediterráneo chileno, 2014).

22 La función de biomasa que se utilizó para la especie *Maytenus boaria* fue;  $Biomasa (Kg)=0,4003 * DAP^{1,5788}$  (Dobbs Brown, 2005).

Las ecuaciones alométricas de biomasa y las ecuaciones de biomasa en función de volumen por densidad, solo representan la biomasa aérea, por lo que se utilizó la relación de raíz a brote para convertir la biomasa aérea en biomasa de árboles total. Es decir, se necesita un factor de expansión de las raíces llamado  $R$ . Este cálculo se analizará en la sección “Captura de carbono y proyección de captura entre los años 2020 al 2038”.

### c) Tasas de Crecimiento (cm/año)

Las tasas de crecimiento corresponden a la estimación del crecimiento diametral de los árboles. En este proyecto se realizó una búsqueda bibliográfica para poder utilizarlas en la proyección de captura entre los años 2020 al 2038. En la Tabla 2 se visualizan algunas tasas de crecimiento diametral para las especies *Acacia caven*, *Liquidambar styraciflua*, *Lithraea caustica*, *Populus sp.*, *Quillaja saponaria*, *Schinus latifolius*, *Cryptocarya alba* y *Jacaranda mimosifolia*. Para aquellas especies que no se encontró información en literatura se homologó las tasas de crecimiento por criterio de origen de hábitat y/o por parentesco de género o familia. Si no se cumplía este criterio anterior se utilizó la tasa de crecimiento de que corresponde al promedio de los crecimientos de especies mediterráneas de Chile. La razón de este último criterio es, porque las especies que no se encontraron información en la literatura, se insertan en el clima Tipo Forestal Esclerófilo.

**TABLA 2**  
Crecimientos diametrales para las especies *Acacia caven*, *Liquidambar styraciflua*, *Lithraea caustica*, *Populus sp.*, *Quillaja saponaria*, *Schinus latifolius*, *Cryptocarya alba* y *Jacaranda mimosifolia* (cm/año)

Especie	Crecimiento diametral (cm/año)	Fuente
<i>Acacia caven</i>	0,70	(Donoso Et Cruz, 2015)
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0,89	(QUIGLEY, 2002)
<i>Lithraea caustica</i>	0,44	(Cruz, 2020)
<i>Populus sp.</i>	2,90	(QUIGLEY, 2002)
<i>Quillaja saponaria</i>	0,49	(Cruz, 2020)
<i>Schinus latifolius</i>	0,44	(Cruz, 2020)
<i>Cryptocarya alba</i>	0,38	(Cruz, 2020)
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,50	(Chi, Guo, Fang, Schmid, Et Tang, 2017)

## E. CAPTURA DE CARBONO Y PROYECCIÓN DE CAPTURA ENTRE LOS AÑOS 2020 AL 2038

Para obtener la reserva de carbono en la biomasa viva de los árboles, se utilizó la ecuación de “*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*” del (Penman, y otros, 2003) IPCC.

$$C = [Vol * D * FEB_2] * (1 + R) * FC,$$

Donde:

*C*= Carbono total de la biomasa calculado en toneladas de C.

*Volumen (m³) \* Densidad básica (Kg/m³)*= Biomasa ya calculada, pero debe estar en toneladas (se multiplica por 0,001)

*FEB<sub>2</sub>*= Factor de expansión de biomasa para convertir el volumen comercializable en biomasa arbórea sobre el suelo, sin dimensiones.

*R*= Factor de expansión de las raíces, es decir la relación entre raíz-vástago, sin dimensiones.

*FC*= Fracción de carbono de materia seca (valor por defecto =0,5), en toneladas de C.

En el caso de las ecuaciones de volumen y multiplicado por la densidad básica de la madera se hace la conversión a toneladas y se multiplica por el factor *FEB<sub>2</sub>*. Este factor se determinó por el IPCC, donde otorga los valores en criterio de tipo de habitat y según tipo de bosque (Tabla 3).

**TABLA 3:**  
Valores por Defecto de los Factores de Expansión de la Biomasa (*FEB<sub>2</sub>*).

Zona Climática	Tipo de bosque	Valor mínimo del diámetro de DAP	<i>FEB<sub>2</sub></i>
<i>Boreal</i>	Conífera	0-8	1,35
	Caducifolia	0-8	1,3
	Perenne	0-8	1,35
<i>Templado/Mediterráneo</i>	Conífera	0-12,5	1,3
	Caducifolia	0-12,5	1,4
	Perenne	0-12,5	1,3
<i>Tropical</i>	Conífera	10	1,3
	Caducifolia	10	3,4
	Perenne	10	1,3

Fuente: (Penman, y otros, 2003)

En el caso de las ecuaciones directa de biomasa solo se multiplica la conversión de kilogramos a toneladas.

Tal como se mencionó anteriormente, estas biomásas corresponden a la biomasa aérea de la planta, por lo tanto, se debe de calcular la biomasa de las raíces y obtener la biomasa total. Se calculó la biomasa Total de la siguiente forma:

$$Biomasa\ Total = [Vol * D * FEB_2] * (1 + R),$$

$$Biomasa\ Total = Biomasa\ aerea * (1 + R),$$

$$Biomasa\ Total = Biomasa\ aerea + Biomasa\ aerea * R$$

Donde *R* corresponde al factor de relación raíz-vástago. Este valor también se determinó por el IPCC y el ENCCRV23 (Tabla 4). Sin embargo, no se utilizó según la clasificación por tipo de bosque, sino que se utilizó sólo el valor 35 %, dado que los árboles del campus San Joaquín se insertan en el tipo de suelo del hábitat del bosque Mediterráneo.

**TABLA 4:**  
**Relación Biomasa bajo el suelo /sobre el suelo (Relación Raíz-Vástago, R) por categorías generales.**

Tipo de bosque	R
Bosque tropical /Subtropical	24%
Templado Conífera/perenne	23%
Bosque tropical / Subtropical Latifoliada	26%
Mediterráneo	<b>35%</b>

Fuentes: (Penman, y otros, 2003) y (Montaner, Mattar, Trujillo, Moraga, & Cano, 2016)

Por último, se aplicó el último factor *FC*, en que se toma por defecto en el IPCC con el valor 0,5 en toneladas de carbono.

Ya calculado el Carbono total de la biomasa en toneladas de C (tCO<sub>2</sub>) se determinó el secuestro de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub> eq). Para eso se utilizó la siguiente conversión:

$$1\ Ton.carbono = 3,67\ Toneladas\ de\ Carbono\ atmosférico\ secuestrado\ (tCO_2eq)$$

(Honeyman, y otros, 2014)

23 La estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) representa una consolidación y a la vez, un cambio respecto de la forma en que Chile y en particular el sector público ha venido enfrentando la gestión de los recursos vegetacionales y los componentes de la naturaleza asociada. La estrategia se funda en consolidar al país para establecer nuevos recursos vegetacionales, protegiendo de amenazas y al mismo tiempo enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático, los procesos de desertificación, degradación de las tierras y la sequía (Sartori, y otros, 2016).

Por tanto, se multiplica por valor 3,67<sup>24</sup>, que corresponde a la relación entre los pesos atómicos de Carbono y de la molécula de dióxido de carbono. Obteniendo el secuestro de carbono en CO<sub>2</sub> equivalente para el año 2022 de los datos de terreno.

En el caso de la proyección de secuestro de carbono entre los años 2020 al 2038 se utilizaron las tasas de crecimiento de los árboles por especies, que desde el año 2022 hasta el año 2038 se sumó por año la tasa de crecimiento, calculándose así de manera anual el secuestro de carbono con la misma metodología ya descrita. Para los años 2021 y 2020, se realizó lo mismo, pero con la diferencia que se restó su tasa de crecimiento y se procedió con el cálculo el secuestro de carbono.

Con esta información se realizó un mapa de calor<sup>25</sup> del secuestro de carbono que contiene el campus San Joaquín. Los resultados se visualizan en toneladas CO<sub>2</sub> equivalente por año, toneladas CO<sub>2</sub> equivalente por año en relación con una hectárea y toneladas CO<sub>2</sub> equivalente por año en relación con la superficie en hectáreas del campus San Joaquín. Además, se obtiene los cálculos de secuestro de tCO<sub>2</sub> eq en los 14 cuadrantes del campus San Joaquín.

## F. IMPRESIONES CARTOGRÁFICAS

Al obtener toda la información descrita anteriormente, se procedió a realizar impresiones cartográficas para todo el campus y para cada cuadrante. En ellas se visualizan los puntos de muestreo con sus respectivas identificación de especie con el mapa base del mosaico del dron. Además, contienen la información de; la riqueza abundancia y la composición, cuánto es el secuestro de carbono, las especies en categorías de conservación, cantidad de especies según origen (nativo, endémico y exótico) e índice de biodiversidad. Las impresiones cartográficas se exportaron georreferenciadas.

---

24 El valor 3,67 se obtiene con la relación existente entre los pesos atómicos del Carbono que corresponde a 12,011u y de la molécula del dióxido de carbono CO<sub>2</sub> de 44,01g/mol, cuya división se obtiene dicho valor.

25 Tal como se mencionó en notas anteriores, el mapa de calor es una herramienta visual que permite comprender la distribución y la intensidad relativa de los puntos de datos. Para este caso se utilizó la simbología en la plataforma Qgis en los puntos del inventario, usando la categoría de "captura entre los años 2020 al 2038".

## 5

## Resultados

En los presentes apartados se presentan los principales resultados obtenidos en el estudio.

### A. INVENTARIO FORESTAL

Se identificaron 3.447 individuos de árboles, de los cuales el 83% (2.866 individuos) corresponden a especies exóticas, el 5% (181 individuos) son nativos y el 12% (400 individuos) corresponden a origen endémico. Se determinó que la riqueza de especies que contiene el campus San Joaquín corresponde a 112 especies, con 90 especies exóticas, 10 nativas y 12 endémicas. En la Tabla 5 se visualiza la abundancia de especie en el campus (cantidad de individuos totales) y su composición (el número de individuos por especie).

Las especies identificadas que contienen más abundancia son; *Liquidambar styraciflua* (Liquidambar) con 345 individuos, *Platanus x acerifolia* (Plátano oriental) con 341 individuos, *Fraxinus excelsios* (Fresno europeo) con 294 individuos y *Quillaja saponaria* (Quillay) con 246 individuos. Cabe mencionar que, de las 4 especies más abundantes, sólo la última mencionada es de origen endémico y las demás corresponde a origen exótico. En la Figura 5 se visualiza la distribución de los árboles en el campus San Joaquín, cuya simbología se encuentra en la Figura 6. En el caso de las especies más abundantes, este mapa visualiza que, *Liquidambar styraciflua* y *Quillaja saponaria* se distribuyen en todo el campus, sin embargo, para la especie *Platanus x acerifolia* se concentra en la avenida principal del campus, conocida como la “Alameda de Plátanos orientales”, y la especie, *Fraxinus excelsios* se agrupa en los estacionamientos en los sectores de la periferia del campus San Joaquín.

Además, existe una agrupación de *Quercus ilex* en el sector del Aula Helen Lee Lassen, salas AL y AM, en consecutivo detrás de la biblioteca San Joaquín, junto con una agrupación entre las especies *Populus nigra* y *Populus alba* en el sector de deporte.

Ahora bien, si se analiza el mapa de calor de la riqueza de especies en el campus San Joaquín (Figura 7), existe agrupaciones de especies en los sectores que se visualizan identificándose con ovalo de color rojo oscuro. Dado que el mapa de calor es una herramienta visual que permite comprender la distribución de los datos, al analizar por categoría de “Nombre científico” (riqueza de especies), generó concentraciones de especies en el sector donde se encuentra el biohuerto, vivero Dombeyi, los patios de la facultad de Agronomía y Forestal, el Huerto San Francisco, La pileta central, la avenida central del campus conocida como avenida de los Plátanos orientales, ingeniería, los estacionamientos de la facultad Ingeniería Mecánica, Metalúrgica y Transporte, reforestación nativa en el sector de deportes y en el sector del Vermicampus.

Esto se puede complementar con el índice de Shannon que cuantifica la biodiversidad de una comunidad de manera que contempla la abundancia de individuos, y no solo la cantidad de especies. En el caso del campus San Joaquín el índice fue de 3,7, lo que indica que existe una alta diversidad de especies<sup>26</sup>, considerando que la biodiversidad máxima que puede llegar a alcanzar el campus corresponde a 4,7<sup>27</sup>. Sin embargo, existen zonas que concentra baja riqueza de especies y abundancia tales como los sectores de la facultad de veterinaria hasta el Penta, biblioteca San Joaquín, estacionamiento de economía, Centro Médico UC y el casino de deporte, por lo que son prioritarios para intervenir en caso de realizar una recuperación de ecosistemas.

En cuanto a la longevidad de los árboles, esta se relaciona con el diámetro a la altura del pecho (DAP), lo que nos permite hacer un estimativo de la edad de los árboles. Para este proyecto no se consideró obtener estos valores con exactitud, pero si se analiza la Figura 8, es decir, el mapa de calor del diámetro a la altura del pecho, junto con los supuestos de la Tabla 2, crecimientos diametrales para las especies, se puede determinar la longevidad de los individuos presentes en el campus<sup>28</sup>. Si bien, según lo que se muestra en la figura 8, los sectores de la avenida principal del campus, la pileta central, el patio de agronomía, el sector de al lado de la piscina y el sector sureste del campus, presentan los mayores DAP<sup>29</sup>s. Se debe mencionar que las especies con mayores DAPs son *Eucalyptus globulus* con 90 cm de DAP, que se encuentra en el patio de agronomía, y *Salix baylonica* con 90 cm de DAP, ubicado en deportes. Sin embargo, durante el inventario se catastró un *Eucalyptus glóbulos*, árbol monumental, con 111 cm de dap, junto con otro *Eucaliptus globulus* de 69 cm de DAP, ambos ubicados en agronomía, del cual fueron cortados en la misma época del catastro.

En el catastro se identificó la presencia y ausencia de nidos en los árboles. Este resultado es relativo en el tiempo, ya que cada año las aves vuelven a crear un nido, o anidan otro ya creado con anterioridad. Todo depende del tipo de especie de ave, por lo que, no se puede obtener con precisión la cantidad de aves y tipos de aves presentes en el campus San Joaquín<sup>30</sup>. En el inventario forestal se registraron 366 individuos de árboles (11 % del total de los árboles) con presencia de nidos, distribuidos

26 En la siguiente sección se analizará la riqueza de especies por cuadrante.

27 La Biodiversidad Máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Esto quiere decir que no necesariamente la Biodiversidad Máxima se alcanza con el valor 5, ya que depende de la cantidad de individuos presentes en el área de estudio. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente de  $\frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln S}$ , que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ( $\pi_i=1/S$ ) (Pla, 2006)

28 Este supuesto se puede determinar en estudios posteriores.

29 El rango de DAP corresponde de la toma de datos en el inventario de valores de 1 cm a 90 cm de DAP. En el mapa de calor se visualiza que la concentración del color de degradés a rojo permite ver que los valores son cercanos a 90 cm de DAP, pero para los valores cercano a 1 cm de DAP se asigna el color de degradés a blanco

30 Se recomienda realizar un monitoreo de avifauna con metodología en literatura ya descrita, tales como (Altamirano, 2012) o (De la Maza & Bonacic, 2013), entre otros.

en el campus San Joaquín. Se registra una concentración de nidos en el sector del Templo, agronomía, Ingeniería y estacionamientos de humanidades. Además, el mayor número de nidos en una especie de árbol corresponde a *Fraxinus excelsior* con 46 individuos con presencia de nidos, seguido de Quillaja saponaria con 40 individuos con presencia de nidos, *Quercus nigra* junto con *Populus nigra* con 26 individuos para ambas especies con presencia de nidos y *Populus alba* con 23 individuos de árboles con presencia de nido. Con estos datos podemos inferir que esas especies son las que más prefieren las aves para anidar (Tabla 6).

**TABLA 5:**  
Especies arbóreas identificadas en el Campus San Joaquín, con el tipo de origen al que pertenece (Exótico, Nativo y Endémico).

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Origen			Cantidad de árboles presentes
		Exótico	Nativo	Endémico	
<i>Acacia caven</i>	Espino		19		19
<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	9			9
<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo australiano	107			107
<i>Acacia retinodes</i>	Acacia plateada	1			1
<i>Acer negundo</i>	Arce	31			31
<i>Acer palmatum</i>	Arce japones	42			42
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Falso plátano	22			22
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaño de las indias	5			5
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo		2		2
<i>Ailanthus altissima</i>	Árbol del cielo	29			29
<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucaria	4			4
<i>Araucaria bidwilli</i>	Araucaria	1			1
<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria	1			1
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui		5		5
<i>Bauhinia candicans</i>	Pata de vaca	2			2
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Belloto del norte			5	5
<i>Betula pendula</i>	Abedul	44			44
<i>Brachychiton acerifolius</i>	Árbol de fuego Illawarra	2			2
<i>Brachychiton populneus</i>	Peral del Japón	27			27
<i>Buddleja globosa</i>	Matico		3		3
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	17			17
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	26			26
<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro del Himalaya	1			1
<i>Cedrus deodara</i>	Pino azul	2			2

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Origen			Cantidad de árboles presentes
		Exótico	Nativo	Endémico	
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	1			1
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol de Judea	21			21
<i>Citrus limon</i>	Limón	5			5
<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	7			7
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino blanco	2			2
<i>Crinodendron patagua</i>	Patagua			20	20
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo			63	63
<i>Cupressus arizonica</i>	Ciprés de Arizona	2			2
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés de Monterrey	14			14
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés de Mediterráneo	1			1
<i>Diospyros kaki</i>	Caqui	1			1
<i>Drimys winteri</i>	Canelo		2		2
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Olivo de Bohemia	8			8
<i>Eriobotrya japonica</i>	Nísperos japones	1			1
<i>Erythrina umbrosa</i>	Seibo	42			42
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	33			33
<i>Fagus sylvatica</i>	Haya europea	3			3
<i>Ficus carica</i>	Higuera	5			5
<i>Ficus elastica</i>	Gomero	1			1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno europeo	294			294
<i>Fraxinus ornus</i>	Fresno	85			85
<i>Fraxinus spp</i>	Fresno	1			1
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Árbol de tres espinas	15			15
<i>Grevillea robusta</i>	Grevillea	22			22
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	109			109
<i>Juglans regia</i>	Nogal	36			36
<i>Kageneckia oblonga</i>	Bollen			2	2
<i>koelreuteria paniculata</i>	Jabonero de la China	8			8
<i>Lagerstroemia indica</i>	Crespón	36			36
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	2			2
<i>Ligustrum japonicum</i>	Aligustron	1			1
<i>Ligustrum lucidum</i>	Ligustro	111			111
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	345			345
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulipero	47			47

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Origen			Cantidad de árboles presentes
		Exótico	Nativo	Endémico	
<i>Lithraea caustica</i>	Litre			3	3
<i>Luma chequen</i>	Arrayan			3	3
<i>Maclura pomifera</i>	Naranjo de Luisiana	18			18
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	19			19
<i>Malus communis</i>	Manzano	6			6
<i>Malus hupehensis</i>	Manzano silvestre	3			3
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén		55		55
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	59			59
<i>Mespilus germanica</i>	Níspero	2			2
<i>Morus nigra</i>	Morera	20			20
<i>Olea europaea</i>	Olivo	9			9
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Parkinsonia	3			3
<i>Paulownia tomentosa</i>	Paulonia	3			3
<i>Persea americana</i>	Palto	9			9
<i>Persea lingue</i>	Lingue		9		9
<i>Peumus boldus</i>	Boldo			2	2
<i>Phytolacca dioica</i>	Ombú	4			4
<i>Pittosporum undulatum</i>	Pittosporum	1			1
<i>Platanus x acerifolia</i>	Plátano oriental	341			341
<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	117			117
<i>Populus deltoides</i>	Álamo musulino	3			3
<i>Populus nigra</i>	Álamo negro	140			140
<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo	1			1
<i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo blanco		6		6
<i>Prunus armeniaca</i>	Damasco	10			10
<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo en flor	43			43
<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo en flor	1			1
<i>Prunus dulcis</i>	Almendro	7			7
<i>Prunus persica</i>	Durazno	8			8
<i>Prunus spp</i>		2			2
<i>Prunus subg. Cerasus</i>	Cerezo	8			8
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pino Oregón	1			1
<i>Punica granatum</i>	Granada	5			5
<i>Pyrus communis</i>	Peral	4			4

Nombre científico	Nombre común	Tipo de Origen			Cantidad de árboles presentes
		Exótico	Nativo	Endémico	
<i>Quercus ilex</i>	Encino	70			70
<i>Quercus macrocarpa</i>	Roble Burr	1			1
<i>Quercus nigra</i>	Roble negro	78			78
<i>Quercus robur</i>	Roble europeo	30			30
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque	78			78
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay			246	246
<i>Rhododendron sp</i>		2			2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa acacia	51			51
<i>Salix baylonica</i>	Sauce llorón	3			3
<i>Schinus latifolius</i>	Molle			18	18
<i>Schinus molle</i>	Pimiento		65		65
<i>Schinus polygamus</i>	Huingán		15		15
<i>Schinus velutinus</i>	Molle			3	3
<i>Senna candolleana</i>	Quebracho			34	34
<i>Sequoia sempervirens</i>	Sequoia	2			2
<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu			1	1
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Acacio japonés	9			9
<i>Tamarix chilensis</i>	Tamarindo rosa	7			7
<i>Tilia americana</i>	Tilo	5			5
<i>Ulmus americana</i>	Olmo	51			51
<b>Total, de árboles presentes en el campus</b>		<b>2.866</b>	<b>182</b>	<b>400</b>	<b>3.447</b>
		<b>83%</b>	<b>5%</b>	<b>12%</b>	<b>100%</b>

**FIGURA 5:**  
Especies arbóreas identificadas en el inventario, noviembre-diciembre del año 2022. Estas se encuentran georreferenciadas en el sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S. Simbología: Figura 6



FIGURA 6:  
Simbología de la Figura 5 y 7 de los árboles identificados en el Campus San Joaquín.

Simbología				
<b>Árboles identificados</b>	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Fraxinus spp</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Quercus ilex</i>
<i>Acacia caven</i>	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Paulownia tomentosa</i>	<i>Quercus macrocarpa</i>
<i>Acacia dealbata</i>	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Persea americana</i>	<i>Quercus nigra</i>
<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	<i>Persea lingue</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Acacia retinodes</i>	<i>Citrus limon</i>	<i>Junglans regia</i>	<i>Peumus boldus</i>	<i>Quercus suber</i>
<i>Acer negundo</i>	<i>Citrus x sinensis</i>	<i>Kageneckia oblonga</i>	<i>Phytolacca dioica</i>	<i>Quillaja saponaria</i>
<i>Acer palmatum</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Koeleruteria paniculata</i>	<i>Pittosporum undulatum</i>	<i>Rhododendron sp</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Crinodendron patagua</i>	<i>Lagerstroemia indica</i>	<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Cryptocarya alba</i>	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Salix baylonica</i>
<i>Aextoxicon punctatum</i>	<i>Cupressus arizonica</i>	<i>Ligustrum japonicum</i>	<i>Populus deltoides</i>	<i>Schinus latifolius</i>
<i>Allianthus altissima</i>	<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Schinus molle</i>
<i>Araucaria angustifolia</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Prosopis alba</i>	<i>Schinus polygamus</i>
<i>Araucaria bidwilli</i>	<i>Diospyros kaki</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Prosopis chilensis</i>	<i>Schinus velutinus</i>
<i>Araucaria heterophylla</i>	<i>Drimys winteri</i>	<i>Lithraea caustica</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Senna candolleana</i>
<i>Aristolelia chilensis</i>	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<i>Luma chequen</i>	<i>Prunus cerasifera</i>	<i>Sequoia sempervirens</i>
<i>Bauhinia candicans</i>	<i>Eriobotrya japonica</i>	<i>Maclura pomifera</i>	<i>Prunus domestica</i>	<i>Sophora macrocarpa</i>
<i>Beilschmiedia miersii</i>	<i>Erythrina umbrosa</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>	<i>Prunus dulcis</i>	<i>Styphnolobium japonicum</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Malus communis</i>	<i>Prunus persica</i>	<i>Tamarix chilensis</i>
<i>Brachychiton acerifolius</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Malus hupehensis</i>	<i>Prunus spp</i>	<i>Tilia americana</i>
<i>Brachychiton populneus</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Maytenus boaria</i>	<i>Prunus subg. Cerasus</i>	<i>Ulmus americana</i>
<i>Buddleja globosa</i>	<i>Ficus elastica</i>	<i>Melia azedarach</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Área de estudio
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Mespilus germanica</i>	<i>Punica granatum</i>	
<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Morus nigra</i>	<i>Pyrus communis</i>	
		<i>Olea europaea</i>		

FIGURA 7:

Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el Campus San Joaquín. Este se elaboró a base de la capa del inventario, seleccionando en simbología el “nombre científico” y visualizando las concentraciones de agrupaciones de especies en el mapa. Nota: Para este mapa de calor se considera la misma simbología para los puntos de la Figura 6.

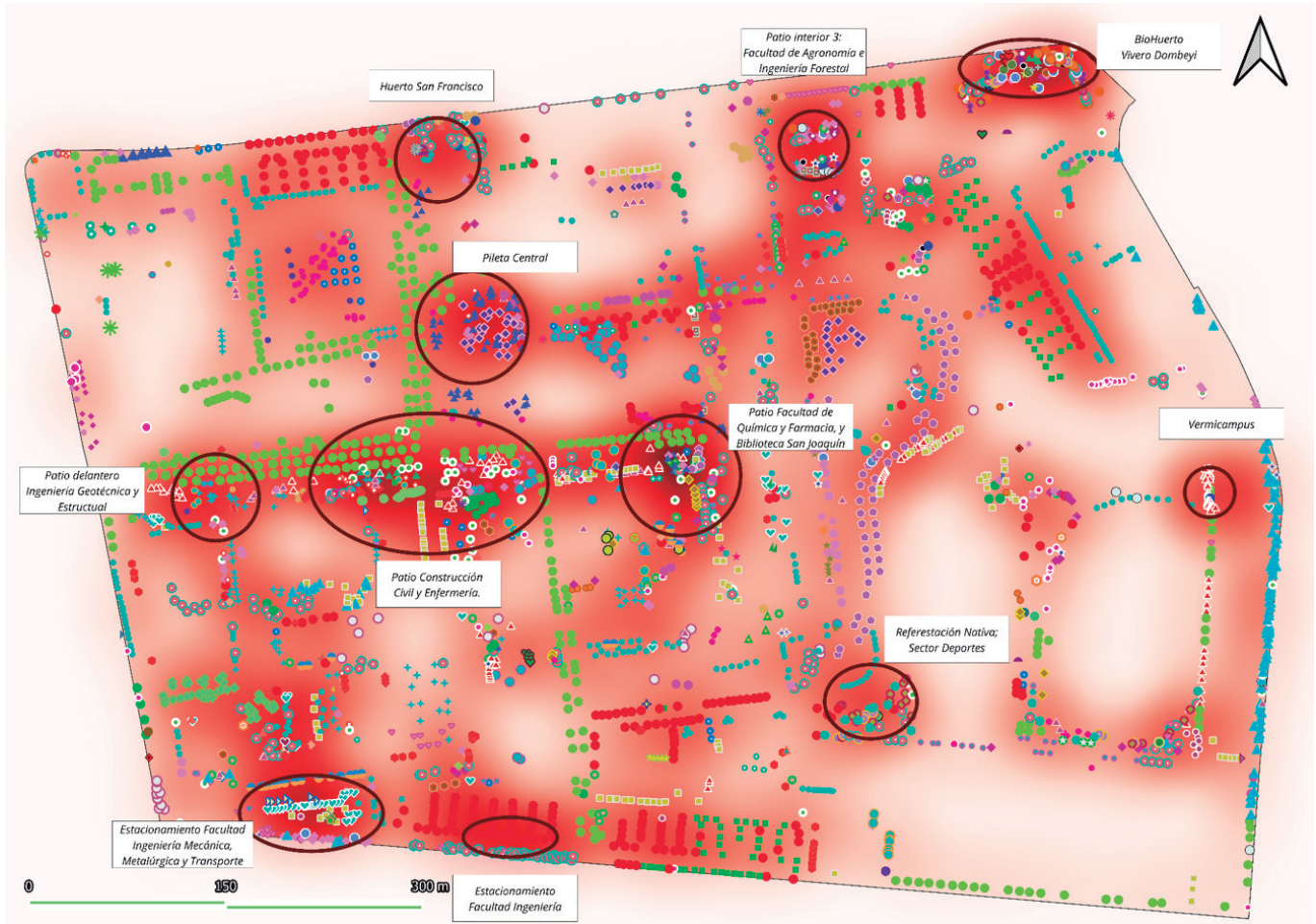


FIGURA 8:

Mapa de Calor del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles presentes en el Campus San Joaquín. Este se elaboró a base de la capa del inventario, seleccionando en simbología el "DAP". El rango de DAP va desde 1 cm a 90 cm de DAP. Los valores cercanos a 90 cm de DAP se concentra su color en rojo y los calores cercanos a 1 cm de le asigna el calor degradades a blanco.



TABLA 6:

Cantidad de árboles por especie con presencia de nido en el campus San Joaquín.

Nombre científico	Cantidad de árboles con nido	Nombre científico	Cantidad de árboles con nido
<i>Fraxinus excelsior</i>	46	<i>Aristotelia chilensis</i>	2
<i>Quillaja saponaria</i>	40	<i>Grevillea robusta</i>	2
<i>Quercus nigra</i>	26	<i>Acer palmatum</i>	2
<i>Populus nigra</i>	26	<i>Maclura pomifera</i>	2
<i>Populus alba</i>	23	<i>Melia azedarach</i>	2
<i>Prunus cerasifera</i>	16	<i>Betula pendula</i>	2

Nombre científico	Cantidad de árboles con nido	Nombre científico	Cantidad de árboles con nido
<i>Quercus ilex</i>	16	<i>Prunus subg. Cerasus</i>	2
<i>Schinus molle</i>	15	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	2
<i>Eucalyptus globulus</i>	12	<i>Juglans regia</i>	2
<i>Cryptocarya alba</i>	10	<i>Tilia americana</i>	2
<i>Erythrina umbrosa</i>	8	<i>Styphnolobium japonicum</i>	1
<i>Platanus x acerifolia</i>	8	<i>Peumus boldus</i>	1
<i>Ligustrum lucidum</i>	7	<i>Brachychiton populneus</i>	1
<i>Crinodendron patagua</i>	7	<i>Brachychiton acerifolius</i>	1
<i>Casuarina equisetifolia</i>	7	<i>Pittosporum undulatum</i>	1
<i>Acacia melanoxylon</i>	7	<i>Citrus x sinensis</i>	1
<i>koelreuteria paniculata</i>	6	<i>Crataegus monogyna</i>	1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	6	<i>Magnolia grandiflora</i>	1
<i>Quercus suber</i>	5	<i>Parkinsonia aculeata</i>	1
<i>Acer negundo</i>	5	<i>Malus communis</i>	1
<i>Quercus robur</i>	4	<i>Phytolacca dioica</i>	1
<i>Fraxinus ornus</i>	4	<i>Pyrus communis</i>	1
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	<i>Senna candolleana</i>	1
<i>Maytenus boaria</i>	4	<i>Lagerstroemia indica</i>	1
<i>Ulmus americana</i>	4	<i>Tamarix chilensis</i>	1
<i>Morus nigra</i>	3	<i>Quercus macrocarpa</i>	1
<i>Ailanthus altissima</i>	3	<i>Liriodendron tulipifera</i>	1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	<i>Acacia caven</i>	1
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2	<i>Luma chequen</i>	1
<b>Total, de árboles con presencia de nido</b>	<b>366</b>		<b>11%</b>
<b>Total, de árboles sin presencia de nido</b>	<b>3081</b>		<b>89%</b>
<b>Total, de árboles con casa anideras<sup>31</sup></b>	<b>12</b>		<b>0,3%</b>
<b>Total, de árboles presentes en el campus</b>	<b>3447</b>		<b>100%</b>

31 Se incluye en la base de datos del inventario las casa anideras registradas en el campus. Sin embargo, no se incluye en la suma de los árboles con presencia de nido, ya que se encontró árboles con nidos y, a la vez, con casa anidera, y viceversa, árboles sin nido y con casa anidera.

## B. INVENTARIO FORESTAL POR CUADRANTES

Tal como se mencionó en metodología, estos cuadrantes fueron diseñados con criterios logísticos en el momento de la toma de datos. A continuación, se encuentran los resultados del inventario forestal por cada cuadrante. Estos se analizarán de manera general a específico, es decir una pequeña descripción general de los resultados y luego por cada cuadrante.

La Tabla 7 muestra los resultados de la riqueza de especie (N° de especies presentes), abundancia (cantidad de individuos presentes) y de biodiversidad (resultados del cálculo del índice de Shannon  $H$ ) por cada cuadrante. Si se analiza la abundancia de especie en el campus, vemos que la media de individuos por hectárea en el campus San Joaquín es de 68 individuos<sup>32</sup>. De la misma forma para cada cuadrante, se obtiene que los cuadrantes 2, 11, 12 y 14 contiene baja cantidad de individuos por la media al campus y los demás cuadrantes se encuentran sobre la media de los individuos del campus.

Analizando los resultados del índice de Shannon, que representa la biodiversidad de especies, los valores varían entre 0,5 a 5, donde la biodiversidad máxima del campus es de 4,7<sup>33</sup>. En los resultados; valores superiores a 3 corresponde a cuadrantes de alta biodiversidad, en el rango de valores entre 2 a 3 el resultado es normal de biodiversidad y valores inferiores a 2 corresponde a baja biodiversidad. Con esto, se puede inferir que los cuadrantes 3, 4, 6 y 7 contienen alta biodiversidad; los cuadrantes 1,2,5,8,9,10,11 y 14 contiene una distribución normal de biodiversidad; y, por último, los cuadrantes 12 y 13 contienen baja biodiversidad.

Sin embargo, dado que se hizo la división de los cuadrantes con superficies muy distintas, existen cuadrantes que sólo concentra su alta biodiversidad en acotados sectores, por lo que se complementaron estos resultados con el mapa de calor de la riqueza de especie<sup>34</sup>.

---

32 Para obtener este valor, se dividió el número total de individuos presentes en el campus San Joaquín, 3.447 individuos por la cantidad de hectáreas que contiene el campus, 51 hectáreas. Se realizó este mismo procedimiento por cada cuadrante.

33 La Biodiversidad Máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Esto quiere decir que no necesariamente la Biodiversidad Máxima se alcanza con el valor 5, ya que depende de la cantidad de individuos presentes en el área de estudio.

34 En los sectores que se determinaron en el Mapa de Calor de biodiversidad de especie, se calculó el índice de Shannon para cada sector. Estos sectores fueron determinados bajo la herramienta digitalización en el programa Qgis. Los resultados se encuentran en Anexo 3.

**TABLA 7:**  
Número de especies e individuos presentes por cada cuadrante. Se incluye los resultados del cálculo del índice de Shannon.

N° Cuadrante	Sup (ha)	N° de especies presentes por cuadrantes	N° de individuos presentes por cuadrante	Índice de Shannon (H)
1	7,5	41	531	2,7
2	6,8	36	257	2,4
3	0,7	29	112	3,0
4	2,6	46	235	3,3
5	2,6	31	256	2,7
6	4,6	41	349	3,2
7	8,6	54	726	3,2
8	3,3	33	245	2,7
9	1,3	16	103	2,2
10	1,3	20	139	2,6
11	3,0	20	109	2,6
12	3,0	20	158	1,8
13	1,8	13	115	1,3
14	3,9	20	112	2,5
<b>Total</b>	<b>51,0</b>	<b>112<sup>35</sup></b>	<b>3.447</b>	<b>3,7<sup>36</sup></b>

35 La cantidad de especies total del campus San Joaquín es de 112 especies, por lo que este valor no es sumable en el total de especies por cuadrante, ya que existen cuadrantes que comparten especies.

36 El índice de Shannon se calculó para todo el campus San Joaquín, y dado que existe repetición de especies en los cuadrantes este valor se calculó de manera independiente.

### Cuadrante 1:

La abundancia de especies de este cuadrante corresponde a 531 individuos, por lo que, es el segundo cuadrante con más individuos en el campus. En la Tabla 8 se encuentra la composición de especies en el cuadrante, es decir la cantidad de individuos por especies. Vemos que la especie *Platanus x acerifolia* (Plátano oriental) predomina en el cuadrante con 167 individuos presentes en el sector que conforma a la Alameda del campus, en la facultad de humanidades, en la avenida del estacionamiento y en el estacionamiento del Centro Médico UC. Además, la especie *Liquidambar styraciflua* con 64 individuos presentes, se concentra en el estacionamiento de la facultad de humanidades y en el costado del centro médico, junto con la especie *Fraxinus excelsior* con 43 individuos presentes (Figura del Anexo 1).

En cuanto a la biodiversidad de especies, este cuadrante contiene un índice de Shannon de 2,7, lo que indica que es normal, sin embargo, si se analiza el mapa de calor de la Figura del Anexo 1, se constata que las concentraciones de biodiversidad se encuentran al costado de la Alameda de Plátanos orientales del campus San Joaquín.

**TABLA 8:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 1, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia caven</i>	2	<i>Grevillea robusta</i>	3	<i>Populus deltoides</i>	1
<i>Acer palmatum</i>	2	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	39	<i>Prunus armeniaca</i>	1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	<i>Lagerstroemia indica</i>	10	<i>Prunus cerasifera</i>	11
<i>Ailanthus altissima</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	11	<i>Prunus dulcis</i>	4
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	64	<i>Quercus ilex</i>	1
<i>Araucaria heterophylla</i>	1	<i>Maclura pomifera</i>	17	<i>Quercus nigra</i>	6
<i>Brachychiton acerifolius</i>	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	5	<i>Quercus robur</i>	14
<i>Brachychiton populneus</i>	6	<i>Malus hupehensis</i>	3	<i>Quercus suber</i>	6
<i>Cercis siliquastrum</i>	14	<i>Maytenus boaria</i>	14	<i>Quillaja saponaria</i>	7
<i>Crinodendron patagua</i>	4	<i>Mespilus germanica</i>	1	<i>Rhododendron sp</i>	1
<i>Cryptocarya alba</i>	30	<i>Morus nigra</i>	3	<i>Robinia pseudoacacia</i>	4
<i>Erythrina umbrosa</i>	3	<i>Pittosporum undulatum</i>	1	<i>Schinus molle</i>	7
<i>Fraxinus excelsior</i>	43	<i>Platanus x acerifolia</i>	167	<i>Tilia americana</i>	4
<i>Fraxinus spp</i>	1	<i>Populus alba</i>	13	<b>Total, general</b>	<b>531</b>

### Cuadrante 2:

En este cuadrante, ubicado en la zona de deporte del campus San Joaquín, presentan 257 individuos de árboles, con 36 especies arbóreas, de las cuales 5 son de origen endémica, 4 nativo y 27 exótico. La especie *Populus alba* (Álamo) predomina con 53 individuos en el costado oriente de la cancha de atletismo, le sigue *Robinia pseudoacacia*, *Platanus x acerifolia* y *Populus nigra*, con 27, 23 y 22 individuos de árboles respectivamente se ubican alrededor de la cancha de atletismo, al costado de la piscina, y en el sector norte del cuadrante (Tabla 9). En cuanto a la biodiversidad de especies, el índice de Shannon calculado es , lo que es un rango normal, pero se debe destacar que existen agrupaciones de especies al costado del “vermicampus”, tal como se visualiza con un ovalo en la Figura del Anexo 2, asimismo se puede rescatar las agrupaciones de especies en el sur poniente del cuadrante.

**TABLA 9:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 2, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia melanoxylon</i>	1	<i>Fraxinus excelsior</i>	11	<i>Prunus domestica</i>	1
<i>Acer negundo</i>	2	<i>Gleditsia triacanthos</i>	4	<i>Prunus persica</i>	1
<i>Araucaria bidwilli</i>	1	<i>Ligustrum japonicum</i>	1	<i>Prunus spp</i>	1
<i>Aristotelia chilensis</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	8	<i>Quercus nigra</i>	6
<i>Beilschmiedia miersii</i>	3	<i>Liquidambar styraciflua</i>	10	<i>Quercus robur</i>	2
<i>Casuarina equisetifolia</i>	7	<i>Malus communis</i>	1	<i>Quillaja saponaria</i>	9
<i>Cedrus deodara</i>	1	<i>Maytenus boaria</i>	14	<i>Robinia pseudoacacia</i>	27
<i>Cryptocarya alba</i>	5	<i>Melia azedarach</i>	4	<i>Salix baylonica</i>	2
<i>Cupressus macrocarpa</i>	4	<i>Platanus x acerifolia</i>	23	<i>Schinus latifolius</i>	7
<i>Cupressus sempervirens</i>	1	<i>Populus alba</i>	53	<i>Schinus molle</i>	3
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	2	<i>Populus nigra</i>	22	<i>Schinus polygamus</i>	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	3	<i>Prunus cerasifera</i>	2	<i>Senna candolleana</i>	11
				<b>Total, general</b>	<b>257</b>

### Cuadrante 3:

Este cuadrante corresponde al más pequeño en superficie en comparación con los demás cuadrantes. Ubicado en el sector del Biohuerto y el Vivero Dombeyi forestal. En este se presentan 29 especies arbóreas con 112 individuos, de las cuales 6 especies son de origen nativo, 8 endémico y 15 exótico. En este cuadrante se destaca la especie *Acacia caven* (Espino), *Quillaja saponaria* (Quillay) y *Senna candolleana* (Quebracho), con 15, 15 y 12 individuos respectivamente (Tabla 10). En cuanto a la distribución de especies es variada pero concentrada en el norte del cuadrante (Figura del Anexo 3.a). El resultado del índice de Shannon fue de 3,0, indica que existe una alta biodiversidad y esto se puede corroborar con el mapa de calor de la Figura del Anexo 3.b. Además, existe una agrupación de especies en el patio entre el biohuerto y el “vivero dombeyi”, tal como se visualiza en la figura con un ovalo.

TABLA 10:  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 3, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia caven</i>	15	<i>Maytenus boaria</i>	2	<i>Punica granatum</i>	5
<i>Buddleja globosa</i>	3	<i>Morus nigra</i>	7	<i>Pyrus communis</i>	1
<i>Citrus x sinensis</i>	2	<i>Olea europaea</i>	2	<i>Quillaja saponaria</i>	15
<i>Ficus carica</i>	1	<i>Peumus boldus</i>	1	<i>Schinus latifolius</i>	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	<i>Prosopis alba</i>	1	<i>Schinus molle</i>	4
<i>Gleditsia triacanthos</i>	7	<i>Prosopis chilensis</i>	4	<i>Schinus polygamus</i>	6
<i>Juglans regia</i>	1	<i>Prunus armeniaca</i>	1	<i>Schinus velutinus</i>	3
<i>Kageneckia oblonga</i>	2	<i>Prunus dulcis</i>	3	<i>Senna candolleana</i>	12
<i>Ligustrum lucidum</i>	3	<i>Prunus persica</i>	3	<i>Sophora macrocarpa</i>	1
<i>Lithraea caustica</i>	3	<i>Prunus subg. Cerasus</i>	1	<b>Total, general</b>	<b>112</b>

#### Cuadrante 4:

Este cuadrante es el segundo con más riqueza en el campus San Joaquín, localizado en la Facultad de Agronomía y Forestal. Contiene 46 especies arbóreas con 235 individuos; 7 especies nativas, 6 endémicas y 33 especies exóticas. Predomina la especie *Quillaja saponaria* distribuida en general en los patios de la facultad con 25 individuos presentes. Le sigue *Ligustrum lucidum* y *Melia azedarach* con 22 y 21 individuos presentes respectivamente, en el sector de los patios interiores de la facultad y en el sector norte del cuadrante (Tabla 11, Figura de Anexo 4.a).

La distribución de la riqueza de especies se concentra en el tercer patio interior y en el patio exterior de la facultad. Considerando que el resultado del índice de Shannon es 3,3, indica que el cuadrante contiene una alta biodiversidad especies, tal como se puede corrobora con el mapa de calor de la Figura de Anexo 4.b, teniendo concentraciones en general en todo el cuadrante. Sin embargo, en el sector norte del cuadrante (estacionamientos) existe casi nula vegetación arbórea, en específico en costado de la reja, lo que es un potencial sector para recuperación de ecosistema.

**TABLA 11:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 4, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia caven</i>	1	<i>Juglans regia</i>	1	<i>Prosopis chilensis</i>	2
<i>Acer negundo</i>	10	<i>Koelreuteria paniculata</i>	3	<i>Prunus armeniaca</i>	2
<i>Acer palmatum</i>	7	<i>Lagerstroemia indica</i>	1	<i>Prunus cerasifera</i>	4
<i>Ailanthus altissima</i>	1	<i>Laurus nobilis</i>	1	<i>Prunus subg. Cerasus</i>	7
<i>Aristotelia chilensis</i>	2	<i>Ligustrum lucidum</i>	22	<i>Pyrus communis</i>	3
<i>Bauhinia candicans</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	14	<i>Quercus ilex</i>	3
<i>Beilschmiedia miersii</i>	2	<i>Luma chequen</i>	1	<i>Quercus nigra</i>	8
<i>Casuarina equisetifolia</i>	8	<i>Magnolia grandiflora</i>	1	<i>Quillaja saponaria</i>	25
<i>Crataegus monogyna</i>	2	<i>Malus communis</i>	3	<i>Schinus molle</i>	8
<i>Cryptocarya alba</i>	1	<i>Maytenus boaria</i>	4	<i>Senna candolleana</i>	1
<i>Drimys winteri</i>	1	<i>Melia azedarach</i>	21	<i>Sequoia sempervirens</i>	1
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	4	<i>Morus nigra</i>	2	<i>Tamarix chilensis</i>	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	8	<i>Persea lingue</i>	2	<i>Tilia americana</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	16	<i>Peumus boldus</i>	1	<i>Ulmus americana</i>	1
<i>Fraxinus ornus</i>	15	<i>Phytolacca dioica</i>	1		
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	2	<i>Platanus x acerifolia</i>	7	<b>Total, general</b>	<b>235</b>

### Cuadrante 5:

Cuadrante de 2,6 hectáreas donde se localiza la Pileta central, el Huerto San Francisco y un sector de la avenida central del campus. Este cuadrante se caracteriza por tener nula construcción de edificios y poseer un gran parque central. Contiene 31 especies arbóreas con 2 especies de origen nativo, 4 endémico y 25 exótico. Se identificaron 256 individuos, donde predomina *Quercus suber* (Alcornoque) con 60 individuos, distribuidos alrededor de la pileta centra y en la periferia del parque. Luego se presenta *Platanus x acerifolia* con 41 individuos presentes en el sector oriente del cuadrante y en la continuación de la avenida central del campus. La especie *Quillaja saponaria*, junto con *Liriodendron tulipifera* (Tulipero) de 29 y 24 individuos presentes respectivamente, se distribuyen en dos sectores principales; el Quillay en el sector del Huerto San Francisco y los Tuliperos en el centro de la pileta acompañando al Alcornoque (Tabla 12).

En cuanto a la biodiversidad de especies, el resultado del índice de Shannon fue de 2,7, indicando que contienen valores de distribución normal. Esto se corrobora con el mapa de calor de la Figura de Anexo 5.b, sin embargo, se debe destacar los sectores que se encuentran marcados con óvalos rojos como potenciales sectores de conservación de biodiversidad.

TABLA 12:  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 5, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Brachychiton populneus</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	7	<i>Prunus cerasifera</i>	1
<i>Cercis siliquastrum</i>	2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	<i>Prunus persica</i>	3
<i>Crinodendron patagua</i>	3	<i>Liriodendron tulipifera</i>	24	<i>Quercus ilex</i>	5
<i>Cryptocarya alba</i>	7	<i>Malus communis</i>	2	<i>Quercus suber</i>	60
<i>Diospyros kaki</i>	1	<i>Maytenus boaria</i>	2	<i>Quillaja saponaria</i>	29
<i>Erythrina umbrosa</i>	7	<i>Melia azedarach</i>	7	<i>Robinia pseudoacacia</i>	6
<i>Ficus carica</i>	1	<i>Olea europaea</i>	7	<i>Schinus latifolius</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	<i>Schinus molle</i>	9
<i>Fraxinus ornus</i>	2	<i>Platanus x acerifolia</i>	41	<i>Ulmus americana</i>	1
<i>Grevillea robusta</i>	2	<i>Populus alba</i>	8		
<i>Lagerstroemia indica</i>	9	<i>Prunus armeniaca</i>	1	<b>Total, general</b>	<b>256</b>

### Cuadrante 6:

Ubicado en la biblioteca San Joaquín y en las Salas Aulas Lassen. Este cuadrante contiene 41 especies arbóreas, de 5 especies origen nativo, 4 endémico y 32 especies exóticas. En la Tabla 13 se presenta la composición de especies con un total de árboles presentes de 349 individuos. Se visualiza que la especie *Quercus ilex* (Encina) predomina con 54 individuos presentes en el sector poniente del cuadrante, es específico en toda la calle interior. Le sigue la especie *Liquidambar styraciflua*, con 35 individuos, en el sector del patío de las salas AL y en los patios interiores de la biblioteca. Se destacan las concentraciones de la especie *Juglans regia* (26 individuos) en el norponiente del cuadrante y de *Acer pseudoplatanus* (15 individuos) en el costado de la biblioteca, proporcionando sombra a los estacionamientos de ese sector.

En relación con la riqueza de especies, el resultado del índice de Shannon fue de 3,2, por lo que, el cuadrante es una zona de alta biodiversidad. Además, complementando con el mapa de calor de la Figura Anexo 6.b, existe un sector que se encuentra justo al final de la avenida principal de la Alameda del campus, con concentraciones de especies. Lo que es un sector potencial a conservación de biodiversidad.

**TABLA 13:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 6, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia dealbata</i>	1	<i>Grevillea robusta</i>	1	<i>Populus alba</i>	14
<i>Acer negundo</i>	2	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1	<i>Populus deltoides</i>	2
<i>Acer palmatum</i>	1	<i>Juglans regia</i>	26	<i>Populus nigra</i>	16
<i>Acer pseudoplatanus</i>	15	<i>koelreuteria paniculata</i>	5	<i>Prunus cerasifera</i>	7
<i>Ailanthus altissima</i>	2	<i>Ligustrum lucidum</i>	8	<i>Quercus ilex</i>	54
<i>Aristotelia chilensis</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	35	<i>Quercus nigra</i>	11
<i>Crinodendron patagua</i>	6	<i>Liriodendron tulipifera</i>	16	<i>Quercus robur</i>	1
<i>Cryptocarya alba</i>	8	<i>Luma chequen</i>	1	<i>Quercus suber</i>	7
<i>Cupressus arizonica</i>	2	<i>Maytenus boaria</i>	10	<i>Quillaja saponaria</i>	29
<i>Cupressus macrocarpa</i>	7	<i>Morus nigra</i>	6	<i>Rhododendron sp</i>	1
<i>Drimys winteri</i>	1	<i>Persea americana</i>	4	<i>Schinus molle</i>	6
<i>Erythrina umbrosa</i>	3	<i>Persea lingue</i>	6	<i>Tamarix chilensis</i>	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	12	<i>Phytolacca dioica</i>	1	<i>Ulmus americana</i>	10
<i>Fraxinus ornus</i>	1	<i>Platanus x acerifolia</i>	5	<b>Total, general</b>	<b>349</b>

### Cuadrante 7:

Cuadrante con mayor superficie (8,6 ha) y más riqueza de especies presentes en el campus San Joaquín. Se caracteriza por poseer en su superficie edificios y estacionamientos, junto con un sector de parque en la parte norte del cuadrante. Tras el inventario se identificaron 54 especies de las cuales, 3 corresponde a nativas, 4 endémicas y 47 exótico. Además, este cuadrante contiene la mayor cantidad de individuos, en comparación con los otros cuadrantes, con 726 árboles presentes en el campus San Joaquín.

La especie *Quillaja saponaria*, endémica de Chile, predomina en este cuadrante con 94 individuos presentes. Se localiza principalmente en sur poniente del cuadrante, sector de estacionamiento de ingeniería, más distribuido aleatoriamente en todo el cuadrante. Le sigue la especie *Fraxinus excelsior* con 66 individuos presentes mayoritariamente en el estacionamiento de ingeniería junto con el quillay ya mencionada. Luego se presenta la especie *Liquidambar styraciflua* de 62 individuos presentes, localizada en el costado oriente del cuadrante y la especie *Populus nigra*, con 50 individuos presentes, al costado de la escuela de enfermería (Tabla 14).

La biodiversidad de cuadrante es igual al cuadrante 6, con el resultado de índice de Shannon de 3,2, de alta biodiversidad en toda la zona. Asimismo, se complementa con el mapa de calor de la Figura de Anexo 7.b, donde las concentraciones de biodiversidad están en las zonas de degradados a color rojo, destacando la zona de estacionamiento del sector sur del cuadrante y al costado norponiente de avenida central del campus. Dado esto estas zonas son potenciales a conservación de biodiversidad para el campus.

**TABLA 14:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 7, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia dealbata</i>	1	<i>Cryptocarya alba</i>	2	<i>Paulownia tomentosa</i>	3
<i>Acacia melanoxylon</i>	17	<i>Cupressus macrocarpa</i>	2	<i>Platanus x acerifolia</i>	28
<i>Acer negundo</i>	8	<i>Erythrina umbrosa</i>	5	<i>Populus alba</i>	14
<i>Acer palmatum</i>	21	<i>Eucalyptus globulus</i>	18	<i>Populus nigra</i>	50
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	<i>Fagus sylvatica</i>	3	<i>Prunus armeniaca</i>	3
<i>Aesculus hippocastanum</i>	4	<i>Ficus carica</i>	3	<i>Prunus cerasifera</i>	4
<i>Ailanthus altissima</i>	16	<i>Fraxinus excelsior</i>	66	<i>Prunus spp</i>	1
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	51	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1
<i>Aristolelia chilensis</i>	1	<i>Juglans regia</i>	8	<i>Quercus macrocarpa</i>	1
<i>Betula pendula</i>	44	<i>Lagerstroemia indica</i>	10	<i>Quercus nigra</i>	7
<i>Brachychiton populneus</i>	5	<i>Ligustrum lucidum</i>	27	<i>Quercus robur</i>	8

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	62	<i>Quercus suber</i>	1
<i>Catalpa bignonioides</i>	18	<i>Luma chequen</i>	1	<i>Quillaja saponaria</i>	94
<i>Cedrus atlantica</i>	1	<i>Maclura pomifera</i>	1	<i>Robinia pseudoacacia</i>	5
<i>Cedrus deodara</i>	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	1	<i>Salix baylonica</i>	1
<i>Ceratonia siliqua</i>	1	<i>Maytenus boaria</i>	3	<i>Schinus molle</i>	20
<i>Cercis siliquastrum</i>	5	<i>Melia azedarach</i>	25	<i>Styphnolobium japonicum</i>	9
<i>Crinodendron patagua</i>	1	<i>Morus nigra</i>	2	<i>Ulmus americana</i>	37
				<b>Total, general</b>	<b>726</b>

### Cuadrante 8:

Cuadrante de 3,3 ha donde se ubica las facultades de Química, Física, Matemática y College. En este cuadrante se caracteriza por poseer edificios y estacionamientos. Tras el inventario se identificaron 33 especies de los cuales 2 especies son de origen nativo, 1 endémico y 30 exótico. Predomina la especie *Fraxinus excelsior* y *Fraxinus ornus* con 66 y 25 individuos presentes respectivamente, ubicados en el estacionamiento de la facultad de College. Luego se presenta la especie *Liquidambar styraciflua* con 23 individuos justo al costado de la facultad de Matemática.

Con relación a la biodiversidad de especies, el resultado del índice de Shannon fue de 2,7, lo que tiene una distribución de especie normal, tal como se visualiza en el mapa de calor de la Figura de Anexo 8. No existe concentraciones de especies como en los demás cuadrantes, si no bien la distribución de la riqueza de especie es homogénea.

**TABLA 15:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 8, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia melanoxylon</i>	2	<i>Eucalyptus globulus</i>	1	<i>Maytenus boaria</i>	2
<i>Acacia retinodes</i>	1	<i>Ficus elastica</i>	1	<i>Platanus x acerifolia</i>	16
<i>Acer negundo</i>	8	<i>Fraxinus excelsior</i>	66	<i>Populus alba</i>	3
<i>Ailanthus altissima</i>	6	<i>Fraxinus ornus</i>	25	<i>Populus nigra</i>	15
<i>Brachychiton populneus</i>	2	<i>Gleditsia triacanthos</i>	4	<i>Prunus armeniaca</i>	1
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	<i>Grevillea robusta</i>	4	<i>Prunus cerasifera</i>	3
<i>Catalpa bignonioides</i>	8	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	13	<i>Quercus robur</i>	3
<i>Citrus limon</i>	4	<i>Lagerstroemia indica</i>	4	<i>Quillaja saponaria</i>	1

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Citrus x sinensis</i>	5	<i>Ligustrum lucidum</i>	13	<i>Robinia pseudoacacia</i>	3
<i>Cupressus macrocarpa</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	23	<i>Schinus molle</i>	2
<i>Erythrina umbrosa</i>	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	2	<i>Ulmus americana</i>	1
				<b>Total, general</b>	<b>245</b>

### Cuadrante 9:

Cuadrante cuya superficie es de 1,3 ha, localizada en el casino de deporte. Esta zona se caracteriza por edificios y un sector que fue reforestado con anterioridad. Se identificaron 16 especies, de las cuales 2 son de origen nativas, 4 endémicas y 10 exótica. De la abundancia de individuos presentes, este cuadrante contiene el menor número de árboles presentes en el campus, con 103 individuos. Se destaca la especie *Liquidambar styraciflua* con 37 individuos presentes en todo el cuadrante, con la más representativa la hilera de árboles en la curva de la calle (Tabla 16, Figura de Anexo 9.a).

Aunque sea uno de los cuadrantes con menor cantidad de especies y de individuos en comparación con los demás cuadrantes, este contiene un índice de Shannon de 2,2, lo que indicaría que tenga una distribución normal de especies, sin embargo, con el mapa de calor de la Figura de Anexo 9.b, se puede apreciar que existe una concentración de especies en el sector de reforestación, tal como se visualiza con el ovalo presente en la figura. Esta zona destacada puede ser potencial a conservación de biodiversidad y fomentar la forestación de árboles en el cuadrante.

**TABLA 16:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 9, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia dealbata</i>	2	<i>Fraxinus excelsior</i>	13	<i>Quillaja saponaria</i>	12
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	37	<i>Schinus latifolius</i>	7
<i>Ailanthus altissima</i>	2	<i>Persea lingue</i>	1	<i>Schinus polygamus</i>	3
<i>Citrus limon</i>	1	<i>Phytolacca dioica</i>	2	<i>Senna candolleana</i>	9
<i>Cryptocarya alba</i>	3	<i>Populus nigra</i>	2		
<i>Erythrina umbrosa</i>	1	<i>Quercus ilex</i>	7	<b>Total, general</b>	<b>103</b>

### Cuadrante 10:

Al igual que el cuadrante 9, este cuadrante tiene una superficie de 1,3 ha, localizado en el templo del campus San Joaquín. Se caracteriza por contener el templo, la facultad de teología con la biblioteca, un pequeño parque de la continuación de la alameda central del campus y una zona abierta. En la Tabla 17 se presenta la composición de especies presentes, con un total de 20 especies presentes, de los cuales 2 son de origen endémico y 18 exótico. Se registraron 139 individuos presentes donde predomina *Erythrina umbrosa* y *Fraxinus excelsior* con 21 y 20 individuos presentes respectivamente, en el sector norte del cuadrante.

El resultado del índice de Shannon de este cuadrante es de 2,6, cuya interpretación es una distribución normal de las especies presentes. Pero complementando este resultado con el mapa de calor (Figura de anexo 10.b), la concentración de biodiversidad se presenta en el sector sur del cuadrante y contiene una zona que es potencial a conservación de biodiversidad que es colindante a la misma zona propuesta en el cuadrante 6.

**TABLA 17:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 10, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Bauhinia candicans</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	<i>Prunus cerasifera</i>	6
<i>Brachychiton acerifolius</i>	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	5	<i>Quercus nigra</i>	3
<i>Brachychiton populneus</i>	5	<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	<i>Quercus robur</i>	1
<i>Cryptocarya alba</i>	5	<i>Persea americana</i>	5	<i>Quercus suber</i>	4
<i>Erythrina umbrosa</i>	21	<i>Platanus x acerifolia</i>	15	<i>Quillaja saponaria</i>	10
<i>Fraxinus excelsior</i>	20	<i>Populus alba</i>	12	<i>Robinia pseudoacacia</i>	5
<i>Grevillea robusta</i>	1	<i>Populus nigra</i>	16	<b>Total, general</b>	<b>139</b>

### Cuadrante 11:

Ubicado en la facultad de Economía, cuya superficie es de 3 ha. Se caracteriza por edificios, estacionamiento, un pequeño parque central del cuadrante y la zona de reforestación que fue realizada el pasado 2022. Tras el inventario se identificaron 20 especies; una de origen nativo, dos endémicas y 17 exóticas. En la Tabla 18 se presenta la composición de las especies presentes, con un total de 109 árboles registrados. De ellos predomina *Quercus nigra* con 21 individuos, localizados en la entrada de la facultad de Agronomía y Forestal. Le sigue *Liquidambar styraciflua* con 15 individuos presentes en el sector de sur del cuadrante en conjunto con la especie *Platanus x acerifolia*, 11 individuos presentes, y *Grevillea robusta*, 9 individuos presentes (Tabla 18).

El resultado del índice de Shannon del cuadrante es de 2,6, al igual que en el cuadrante anterior. Su interpretación es que la distribución de especies de carácter normal, sin embargo, el mapa de calor de la Figura de Anexo 11 visualiza una concentración de especies en el sector sur del cuadrante.

Cabe mencionar que en el sector de la reforestación no se consideraron todas las especies en el catastro dado que estas contienen una altura menor a 1,3 metros, por lo que no se podía registrar su diámetro a la altura del pecho (DAP). Esta zona se sugiere volver a realizar un inventario forestal a futuro, con el fin de incluir la riqueza que contiene y la contribución que tiene en el secuestro de carbono a futuro.

**TABLA 18:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 11, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	<i>Lagerstroemia indica</i>	2	<i>Populus nigra</i>	8
<i>Ailanthus altissima</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	5	<i>Prunus armeniaca</i>	1
<i>Crinodendron patagua</i>	6	<i>Liquidambar styraciflua</i>	15	<i>Prunus cerasifera</i>	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	3	<i>Liriodendron tulipifera</i>	6	<i>Quercus nigra</i>	21
<i>Fraxinus excelsior</i>	3	<i>Maytenus boaria</i>	3	<i>Quillaja saponaria</i>	6
<i>Fraxinus ornus</i>	3	<i>Melia azedarach</i>	1	<i>Sequoia sempervirens</i>	1
<i>Grevillea robusta</i>	9	<i>Platanus x acerifolia</i>	11	<b>Total, general</b>	<b>109</b>

### Cuadrante 12:

Cuadrante ubicado en los estacionamientos de la facultad de Agronomía y Forestal, cuya superficie es de 3 ha. Se caracteriza por poseer edificios y estacionamientos, en específico gran cantidad de pavimentación. En la Tabla 19 se presenta la composición de especies presentes, con una abundancia de especies en el cuadrante de 158 individuos. Se identificaron 20 especies; tres especies de origen nativo y 17 especies exóticas. Predomina la especie *Liquidambar styraciflua* con 71 individuos, junto con el género *Fraxinus* con un total de 53 individuos.

Este cuadrante contiene una baja biodiversidad, tal como lo indica el resultado del índice de Shannon de 1,8 y el mapa de calor de la Figura de Anexo 12.b. Dado que este cuadrante contiene vasta superficie de pavimentación y edificio, es difícil escoger algún sector para fomentar la plantación suplementaria. Por ello, se sugiere plantar de 2 a 6 árboles en las “casillas pasto” para plantación que se encuentran en los estacionamientos y realizar mantenimiento a los árboles presentes, ya sea con poda para fomentar la vigorosidad del fuste, aumentar la casilla de la planta y/o si es el caso de que la planta se encuentre con plagas o estrés hídrico sustituir la especie con otra que se aclimate a las condiciones.

**TABLA 19:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 12, con su respectiva composición y abundancia.

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia caven</i>	1	<i>Fraxinus ornus</i>	21	<i>Platanus x acerifolia</i>	4
<i>Acacia melanoxylon</i>	9	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	3	<i>Populus nigra</i>	1
<i>Acer palmatum</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	1	<i>Prunus persica</i>	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	71	<i>Quercus nigra</i>	4
<i>Aextoxicon punctatum</i>	2	<i>Liriodendron tulipifera</i>	1	<i>Quercus robur</i>	1
<i>Erythrina umbrosa</i>	1	<i>Magnolia grandiflora</i>	1	<i>Schinus molle</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	32	<i>Parkinsonia aculeata</i>	1	<b>Total, general</b>	<b>158</b>

### Cuadrante 13:

Cuadrante de 1,8 ha, ubicado en el sector final de deporte y la facultad de veterinaria. Este cuadrante se caracteriza por las canchas de pasto para deporte y el edificio de la facultad. Tras el inventario se identificaron 13 especies (una especie nativa y 12 exóticas), con una abundancia de especies de 115 individuos. Existe una corrida de árboles de la especie *Acacia melanoxylon* con 78 individuos, por lo que esta especie predomina en el cuadrante (Tabla 20, Figura de Anexo 13.a).

Al igual que el cuadrante anterior, este contiene una baja biodiversidad, dado que el resultado del índice de Shannon es de 1,3, y se corrobora con el mapa de calor de la Figura de Anexo 13.b. Se prioriza para forestación, en el costado del “vermicampus” y en sector sur, al costado de la facultad de veterinaria, dependiendo del espacio asequible para dicha actividad.

**TABLA 20:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 13, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acacia dealbata</i>	5	<i>Ligustrum lucidum</i>	3	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1
<i>Acacia melanoxylon</i>	78	<i>Melia azedarach</i>	1	<i>Schinus molle</i>	4
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	2	<i>Platanus x acerifolia</i>	6	<i>Ulmus americana</i>	1
<i>Eriobotrya japonica</i>	1	<i>Populus nigra</i>	9		
<i>Grevillea robusta</i>	2	<i>Prunus cerasifera</i>	2	<b>Total, general</b>	<b>115</b>

#### Cuadrante 14:

Ubicado en la zona de deporte del campus; gimnasio y canchas de tenis, fútbol, básquetbol, etc. Se caracteriza por poseer un edificio principal, canchas de deportes y estacionamientos. Tras el inventario se identificaron 20 especies; tres especies de origen nativos, 4 endémicas y 13 especies exóticas. Las especies *Fraxinus ornus* y *Platanus x acerifolia*, predominan en el cuadrante con 18 individuos para ambas especies, ubicadas en los estacionamientos del cuadrante (Tabla 21 y Figura de Anexo 14.a).

La distribución de especies es de forma homogénea, tal como lo indica el índice de Shannon de 2,5 y el mapa de calor de la Figura de Anexo 14.b. Sin embargo, se sugiere priorizar este cuadrante para aumentar la biomasa aérea, en sector de estacionamiento de la facultad de veterinaria y en la pista de atletismo, de manera que entregue sombra a los deportistas que utilizan la pista.

**TABLA 21:**  
Especies arbóreas presentes en el Cuadrante 14, con su respectiva composición y abundancia

Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos	Nombre científico	Cantidad de individuos
<i>Acer negundo</i>	1	<i>Ligustrum lucidum</i>	1	<i>Quercus nigra</i>	12
<i>Acer palmatum</i>	10	<i>Liquidambar styraciflua</i>	10	<i>Quillaja saponaria</i>	9
<i>Brachychiton populneus</i>	8	<i>Magnolia grandiflora</i>	4	<i>Schinus latifolius</i>	1
<i>Cryptocarya alba</i>	2	<i>Maytenus boaria</i>	1	<i>Schinus molle</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	9	<i>Mespilus germanica</i>	1	<i>Schinus polygamus</i>	3
<i>Fraxinus ornus</i>	18	<i>Platanus x acerifolia</i>	18	<i>Senna candolleana</i>	1
<i>Laurus nobilis</i>	1	<i>Populus nigra</i>	1	<b>Total, general</b>	<b>112</b>

### C. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS POR ESPECIE.

Tras la búsqueda bibliográfica de las características por cada especie presente en el campus, se priorizó la identificación de las Categoría de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en base a la Lista Roja de UICN. Esta primera categoría se refiere a evaluar el nivel de amenaza de la diversidad biológica y priorizar los esfuerzos a las especies que encuentran amenazadas en Chile. La segunda categoría de conservación UICN, es un indicador de salud de la biodiversidad a nivel mundial, de forma de informar y catalizar las acciones en pro de la conservación y biodiversidad. En la Tabla 22, se encuentran las categorías de conservación para ambos instrumentos de conservación.

Por otra parte, en la caracterización de la especie se determinó el tipo de hábitat<sup>37</sup> al cual pertenece, lo que permite saber las condiciones hábitat que necesita la especie, y en sí el lugar adecuado para su plantación y mantención. Esto nos permite saber si una especie es resistente a la sequía se sugiere priorizar la disminución de riego y ubicarlas en sectores abiertos, o si una especie necesita un hábitat con humedad, se debería priorizar la plantación en núcleo, donde se fomenta sectores con asequibilidad de agua. Cabe mencionar que el campus San Joaquín se inserta en el clima mediterráneo, con concentraciones de precipitaciones en invierno y un período de sequía en verano con temperaturas extremas moderada (Vita, 1996), por lo que, al evaluar las condiciones ambientales por cada especie, es fundamental priorizar especies que sea afín con las condiciones climáticas de la región.

Por último, se encuentra el atributo de si la especie es Perenne o Caducifolia y/o Conífera<sup>38</sup>, permitiendo saber la estacionalidad de la especie en el caso si es caducifolia, o bien permite saber cuándo una especie perenne o siempreverde se encuentra con estrés hídrico, ya que lo primero que afecta es la funcionalidad de las hojas.

---

37 La caracterización del tipo de hábitat por especie permitió determinar las funciones alométricas y de volumen para calcular el secuestro de carbono en el campus San Joaquín

38 La clasificación de la especie si es Perenne o Caducifolia y/o Conífera permitió determinar las funciones alométricas y de volumen para calcular el secuestro de carbono en el campus San Joaquín

**TABLA 22:**  
**Listado de categorías de conservación según el Ministerio del Medio y la Lista Roja de UICN.**

Categoría según MMA VIGENTE 2022:	Categoría según UICN VIGENTE 2022:
CR = En peligro crítico	NE = No Evaluado
DD = Datos insuficientes	DD = Datos insuficientes
EN = En Peligro	LC = Preocupación menor
EW= Extinta en estado silvestre	NT = Casi amenazada
EX = Extinta	VU = Vulnerable
FP = Fuera de Peligro	EN = En Peligro
IC = Insuficientemente Conocida	CR = En peligro crítico
LC = Preocupación menor	EW= Extinta en estado silvestre
NT = Casi amenazada	EX = Extinta
R = Rara	
VU = Vulnerable	

En caso de haber distintas categorías asignadas:  
Entre paréntesis, redondos () se señalan las regiones.  
Entre paréntesis, cuadrados [] se señalan los taxa o grupos.  
El guion ("-") indica rango continuo.  
La coma (",") indica discontinuidad.

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) (IUCN, 2022)

**TABLA 23:**  
**Características por especie: estado de conservación que se encuentran según el Ministerio del Medio y la Lista Roja de UICN, tipo de hábitat al cual pertenece y si es Perenne o Caducifolia y/o Conífera.**

Nombre científico	Origen	Categoría según MMA	Categoría según UICN	Tipo de hábitat	Perenne/ Caducifolio/ Conífera
<i>Acacia caven</i>	Nativo		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Acacia dealbata</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Acacia melanoxydon</i>	Exótico			Templado	Perenne
<i>Acacia retinodes</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Acer negundo</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Acer palmatum</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Exótico		VU	Templado	Caducifolio
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Nativo	VU (XV-V-RM), LC (VI-XII)	LC	Templado	Perenne
<i>Ailanthus altissima</i>	Exótico			Mediterráneo	Caducifolio
<i>Araucaria angustifolia</i>	Exótico		CR	Tropical	Perenne
<i>Araucaria bidwilli</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne
<i>Araucaria heterophylla</i>	Exótico		VU	Templado	Perenne/ Conífera
<i>Aristotelia chilensis</i>	Nativo			Templado	Perenne
<i>Bauhinia candicans</i>	Exótico				Semiperenne

Nombre científico	Origen	Categoría según MMA	Categoría según UICN	Tipo de hábitat	Perenne/ Caducifolio/ Conífera
<i>Beilschmiedia miersii</i>	Endémico	VU	VU	Mediterráneo	Perenne
<i>Betula pendula</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Brachychiton acerifolius</i>	Exótico		LC	Subtropical	Semicaducifolio
<i>Brachychiton populneus</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Buddleja globosa</i>	Nativo			Mediterráneo	Perenne
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Exótico			Tropical	Semiperenne
<i>Catalpa bignonioides</i>	Exótico		DD	Tropical	Caducifolio
<i>Cedrus atlantica</i>	Exótico		EN	Templado	Perenne
<i>Cedrus deodara</i>	Exótico			Templado	Perenne/ Conífera
<i>Ceratonia siliqua</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Cercis siliquastrum</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Citrus limon</i>	Exótico		LC	Subtropical/Mediterráneo	Perenne
<i>Citrus x sinensis</i>	Exótico			Templado	Perenne
<i>Crataegus monogyna</i>	Exótico		LC	Xérico	Caducifolio
<i>Crinodendron patagua</i>	Endémico			Mediterráneo	Perenne
<i>Cryptocarya alba</i>	Endémico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Cupressus arizonica</i>	Exótico		LC	Boreal seco	Perenne/ Conífera
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Exótico		VU	Templado	Perenne/ Conífera
<i>Cupressus sempervirens</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Perenne/ Conífera
<i>Diospyros kaki</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Drimys winteri</i>	Nativo	EN (XV-VI), LC (VII-XII)	LC	Templado	Perenne
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Eriobotrya japonica</i>	Exótico			Templado	Perenne
<i>Erythrina umbrosa</i>	Exótico			Subtropicales/Templado	Caducifolio
<i>Eucalyptus globulus</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne
<i>Fagus sylvatica</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Ficus carica</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Ficus elastica</i>	Exótico		LC	Tropical/Mediterráneo	Perenne
<i>Fraxinus excelsior</i>	Exótico		NT	Boreal húmedo	Caducifolio
<i>Fraxinus ornus</i>	Exótico		LC	Boreal húmedo	Caducifolio
<i>Fraxinus spp</i>	Exótico				
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Grevillea robusta</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne

Nombre científico	Origen	Categoría según MMA	Categoría según UICN	Tipo de hábitat	Perenne/ Caducifolio/ Conífera
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Exótico		VU	Subtropical	Caducifolio
<i>Juglans regia</i>	Exótico		LC	Boreal seco	Caducifolio
<i>Kageneckia oblonga</i>	Endémico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Lagerstroemia indica</i>	Exótico		LC	Tropical	Caducifolio
<i>Laurus nobilis</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Ligustrum japonicum</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Ligustrum lucidum</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Lithraea caustica</i>	Endémico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Luma chequen</i>	Endémico		LC	Mediterráneo/Templado	Perenne
<i>Maclura pomifera</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Magnolia grandiflora</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne
<i>Malus communis</i>	Exótico			Mediterráneo	Caducifolio
<i>Malus hupehensis</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Maytenus boaria</i>	Nativo		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Melia azedarach</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Mespilus germanica</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Morus nigra</i>	Exótico			Subtropical	Caducifolio
<i>Olea europaea</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne
<i>Paulownia tomentosa</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Persea americana</i>	Exótico		LC	Tropical	Caducifolio
<i>Persea lingue</i>	Nativo	VU (XV-VI), LC (VII-XII)	LC	Mediterráneo/Templado	Perenne
<i>Peumus boldus</i>	Endémico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Phytolacca dioica</i>	Exótico			Subtropical/Tropical	Perenne
<i>Pittosporum undulatum</i>	Exótico			Templado	Perenne
<i>Platanus x acerifolia*</i>	Exótico			Mediterráneo	Caducifolio
<i>Populus alba</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Populus deltoide</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Populus nigra</i>	Exótico		DD	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Prosopis chilensis</i>	Nativo		LC	Xérico	Perenne

Nombre científico	Origen	Categoría según MMA	Categoría según UICN	Tipo de hábitat	Perenne/ Caducifolio/ Conífera
<i>Prosopis alba</i>	Exótico				Perenne
<i>Prunus amygdalus</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Prunus armeniaca</i>	Exótico		DD	Templado	Caducifolio
<i>Prunus cerasifera</i>	Exótico		DD	Subtropical	Caducifolio
<i>Prunus domestica</i>	Exótico		DD	Templado	Caducifolio
<i>Prunus dulcis</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Prunus persica</i>	Exótico			Subtropical	Caducifolio
<i>Prunus sp.</i>	Exótico				Caducifolio
<i>Prunus subg. Cerasus</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Exótico		LC	Templado	Perenne/ Conífera
<i>Punica granatum</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Pyrus communis</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Quercus ilex</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Quercus macrocarpa</i>	Exótico		LC		Caducifolio
<i>Quercus nigra</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Quercus robur</i>	Exótico		LC	Templado	Caducifolio
<i>Quercus suber</i>	Exótico			Mediterráneo	Perenne
<i>Quillaja saponaria</i>	Endémico		LC	Mediterráneo	Perenne
<i>Rhododendron sp</i>	Exótico			Subtropical	Perenne
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Exótico		LC	Mediterráneo	Caducifolio
<i>Salix baylonica</i>	Exótico		DD	Templado	Caducifolio
<i>Schinus latifolius</i>	Endémico			Mediterráneo	Perenne
<i>Schinus molle</i>	Nativo		LC	Subtropical/Tropical	Perenne
<i>Schinus polygamus</i>	Nativo			Mediterráneo	Perenne
<i>Schinus velutinus</i>	Endémico			Mediterráneo	Perenne
<i>Senna candolleana</i>	Endémico			Mediterráneo	Perenne
<i>Sequoia sempervirens</i>	Exótico		EN	Templado	Perenne
<i>Sophora macrocarpa</i>	Endémico			Mediterráneo	Perenne
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Exótico			Templado	Caducifolio
<i>Tamarix chilensis</i>	Exótico				Caducifolio
<i>Tilia americana</i>	Exótico		LC	Boreal templado	Caducifolio
<i>Ulmus americana</i>	Exótico		EN	Templado	Caducifolio

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) (IUCN, 2022)

En la Tabla 23 se encuentra los resultados de la búsqueda bibliográfica para las categorías de conservación por especie, donde se tiene 74 especies en Categoría de conservación según la lista Roja de la UICN y 4 especies en Categoría de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente.

En el caso de la lista roja de la UICN, se obtiene que; una especie se encuentra en estado de peligro crítico, 4 especies en peligro, una especie en categoría casi amenazada, 5 especies en estado vulnerable, 58 en estado de preocupación menor y 6 con datos insuficientes para poder clasificarlas. Las especies restantes no han sido clasificadas con este instrumento de conservación.

Para la clasificación de estado de conservación según el MMA se determinaron 4 especies; *Aextoxicon punctatum*, *Beilschmiedia miersii*, *Drimys winteri* y *Persea lingue*. De estas cuatro especies solo *Drimys winteri* se encuentra en estado de conservación en peligro y las demás se encuentran en estado de conservación vulnerables. En la Tabla 24, se visualiza que, de las 22 especies nativas y endémicas, sólo el 19% de las especies presentes en el campus se encuentran clasificadas. Por lo que, estas especies son un foco de prioridad para la conservación de los individuos en el campus San Joaquín.

**TABLA 24:**  
Cantidad de especies en Categoría de conservación según el Ministerio del Medio Ambiente vigente al 2022.

Categoría de Conservación	Nº Especies	% Especies	Cantidad de árboles	% Cantidad de árboles
EN	1	5%	2	0%
VU	3	14%	16	3%
Sin Categoría	18	82%	563	97%
<b>Totales</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>	<b>581</b>	<b>100%</b>

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2022)

#### D. SECUESTRO DE CARBONO 2022 Y PROYECCIÓN DE CAPTURA ENTRE LOS AÑOS 2020 AL 2038.

El campus San Joaquín en el año 2022 presenta un stock de carbono de 2.619,4 toneladas de Carbono atmosférico secuestrado. Tras la proyección se determinó que para el año 2038 tendrá un stock de 5.985,4 toneladas de Carbono atmosférico secuestrado. Si se analiza la Tabla 25 para los años de almacenamiento de carbono, existe un aumento exponencial a lo largo de los 18 años, donde se proyectó para el año 2020 un stock de carbono aproximado de 2.500 ton CO<sub>2</sub> eq, aumentando en un 140 % en CO<sub>2</sub> eq. Esta proyección se realizó con los siguientes supuestos:

- No existen plantaciones suplementaria o forestación de los árboles del Campus San Joaquín.
- El crecimiento de los árboles es de forma lineal<sup>39</sup>.
- No exista mortalidad de los árboles ya sea por pudrición, sequía, caída natural, corta, etc.
- Los árboles no sean afectados por el cambio climático y la sequía.

Si se analiza los cuadrantes con más captura del campus San Joaquín para el año 2022 se tiene que el cuadrante 7 es el que concentra el 25 % del almacenamiento de carbono del campus. Le sigue el cuadrante 1 con 17 %, los cuadrantes 5 y 6 con un 11% y los cuadrantes 2 y 4 con un 8% que cubre de almacenamiento de carbono en el campus. Los cuadrantes restantes (Cuadrante 3, 8,9,10,11,12,13,14) corresponden son con menor secuestro de carbono, almacenando desde un 6% y menos del valor total. Esto se puede corroborar con la Figura 11, donde se visualiza las concentraciones del secuestro de carbono calculado. Se destaca sectores que contienen altos valores de captura de carbono; estacionamientos de la facultad de ingeniería, parque que se encuentra al costado de la alameda de planos orientales, pileta central y el patio exterior de la facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Por otra parte, se tiene que los cuadrantes con menor concentraciones de captura son el cuadrante 3, 9, 11,12,13 y 14, ya sea por la falta de arbolado o por abundancia de construcciones y pavimentación, por lo que son primordiales a la hora de realizar una restauración de la funcionalidad ecosistémica de la captura de carbono.

Tras la realización de la proyección del secuestro de carbono en el campus, vemos que existe un aumento en las toneladas de carbono atmosférico, donde existe una variación anual de reserva de C en el campus de 194 tCO<sub>2</sub> eq. Al comparar por cuadrante, todavía existe el predominio del cuadrante 7 con una variación anual de 48 tCO<sub>2</sub> eq, pero se destaca la variación de los cuadrantes 5,8 y 10 con una variación de 15 tCO<sub>2</sub> eq al año, donde se ve que existirá un aumento significativo en su biomasa.

---

39 Este supuesto hace referencia a las tasas de crecimiento de los árboles.

Si se analiza el secuestro de carbono por individuos de árboles presentes en el campus San Joaquín en el año 2022, se pueden evidenciar algunas especies de interés, entre ellas, *Eucalyptus globulus*, *Catalpa bignonioides*, *Juglans regia*, *Phytolacca dioica* y *Salix baylonica*. Destacándose un individuo de *Eucalyptus globulus* de 90 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP), ubicado en el cuadrante 4 en el patio de agronomía con 18,6 tCO<sub>2</sub> eq. Le sigue un individuo de la especie *Catalpa bignonioides* de 61 cm de diámetro de DAP, localizada en el cuadrante 7 en el sector de los estacionamientos de ingeniería, que contiene en su masa 13 tCO<sub>2</sub> eq.

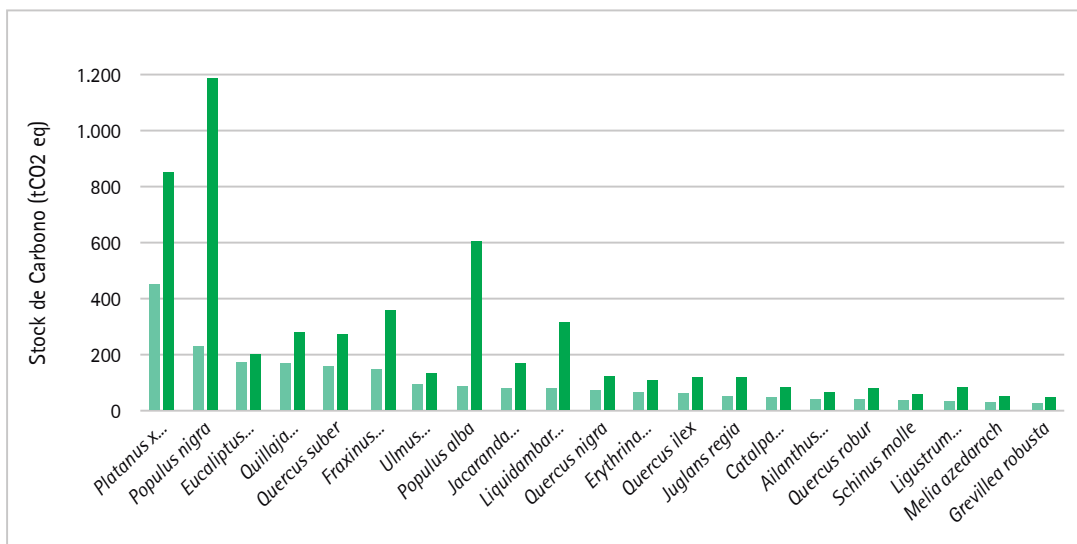
El carbono capturado por las demás especies se presenta la Figura 9 que visualiza las principales especies con mayor secuestro de carbono en el año 2022 y la proyección que tendrían en el periodo de 2020-2038. Se destaca la especie *Platanus x acerifolia* con mayor captura para el año 2022, sin embargo, con la proyección se tiene que existe una mayor captura para la especie *Populus nigra* y *Populus alba*. Estas especies contienen un alto aumento en el almacenamiento de carbono debido a su alta tasa de crecimiento que contiene el género *Populus*, de 2,9 cm de crecimiento en diámetro al año (Tabla 2), lo que significa que acumula mayor cantidad de biomasa que las demás especies. Además, se destacan las especies *Fraxinus excelsior* y *Liquidambar styraciflua* por su alto crecimiento en la proyección, con tasas de crecimiento de 0,89 y 0,61 cm<sup>40</sup> de crecimiento en diámetro por año. Ahora bien, si se hace un balance con las especies con mayor crecimiento por año y la cantidad de individuos, se podría fomentar la incorporación de especies que genera más secuestro de carbono e incorporarlas en las áreas del campus con menor captura de carbono.

En cuanto a las especies nativas y endémicas de Chile, se presenta la Figura 10, donde se muestra las principales especies con mayor secuestro de carbono en el año 2022 y en la proyección en el periodo de tiempo de 18 años. En esta figura se acentúa la especie *Quillaja saponaria* con mayor secuestro de carbono en el año 2020 y en la proyección, siendo esta especie con el cuarto puesto de captura de la Figura 9 y el cuarto puesto en abundancia de especies con 246 individuos presentes. Además de tener un crecimiento diametral de 0,49 cm al año, es una de las primordiales en fomentar su manejo y conservación, ya que está al estar en su hábitat endémica se desarrolla de mejor manera.

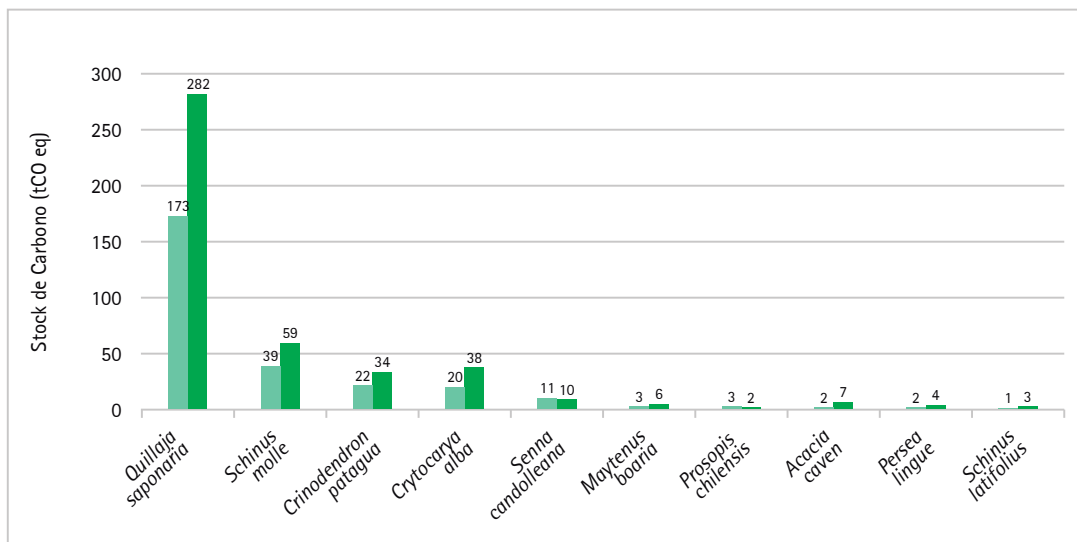
---

40 La tasa de crecimiento de la especie *Fraxinus excelsior* es de 0,61 cm/año (QUIGLEY, 2002)

**FIGURA 9:**  
Principales especies arboréas con mayor stock de carbono del Campus San Joaquín, para el año 2020 y su proyección entre los años 2020 al 2038



**FIGURA 10:**  
Principales especies arboréas de origen nativo y endémico con mayor stock de carbono del Campus San Joaquín, para el año 2020 y su proyección entre los años 2020 al 2038.



**TABLA 25:**  
**Stock de carbono al año 2022 por cuadrante y proyección del secuestro entre los años 2020 al 2038.**

N° Cuadrante	Sup. (ha)	Stock de Carbono (CO2 eq)									
		2020	2021	2022*	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	7,5	407	414	435	457	481	505	530	557	584	613
2	6,8	180	190	200	211	225	240	257	275	295	317
3	0,7	13	13	13	14	14	15	15	16	17	18
4	2,6	199	200	207	213	220	227	234	242	249	257
5	2,6	257	264	275	287	300	312	326	340	354	368
6	4,6	318	320	294	309	325	343	361	381	401	423
7	8,6	628	631	665	701	739	779	821	866	912	961
8	3,3	154	154	164	175	187	199	212	226	241	256
9	1,3	49	49	51	53	55	57	60	62	65	68
10	1,3	117	119	129	139	150	162	174	187	201	216
11	3,0	85	85	90	96	101	107	113	120	126	133
12	3,0	22	23	26	28	31	34	38	41	45	49
13	1,8	46	49	52	56	60	64	68	73	78	83
14	3,9	17	17	18	20	22	24	26	28	31	33
<b>Totales</b>	<b>51,0</b>	<b>2.492,9</b>	<b>2.528,3</b>	<b>2.619,4</b>	<b>2.760,2</b>	<b>2.909,9</b>	<b>3.068,6</b>	<b>3.236,4</b>	<b>3.413,4</b>	<b>3.599,7</b>	<b>3.795,3</b>

N° Cuadrante	Sup. (ha)	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
1	7,5	642	673	705	738	772	808	844	882	921
2	6,8	341	367	394	423	454	487	522	558	596
3	0,7	18	19	20	21	23	24	25	27	28
4	2,6	265	273	282	290	299	309	318	328	338
5	2,6	383	399	415	431	448	466	483	502	520
6	4,6	446	470	494	521	548	576	605	636	667
7	8,6	1012	1065	1120	1178	1237	1299	1363	1429	1497
8	3,3	272	289	307	325	344	364	385	407	429
9	1,3	71	74	77	81	85	88	93	97	101
10	1,3	231	247	264	282	300	319	339	359	380
11	3,0	141	148	156	164	173	181	190	200	209
12	3,0	53	58	63	68	73	79	85	91	98
13	1,8	88	93	99	105	111	117	124	130	137
14	3,9	36	39	41	44	48	51	55	58	62
<b>Totales</b>		<b>4.000,3</b>	<b>4.214,7</b>	<b>4.438,6</b>	<b>4.672,1</b>	<b>4.915,2</b>	<b>5.168,1</b>	<b>5.430,7</b>	<b>5.703,1</b>	<b>5.985,4</b>

TABLA 26:  
Stock de carbono para el año 2022, y la proyección del secuestro de carbono entre los años 2020 al 2038.

Año	2020	2021	2022 *	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Stock campus (tCo2)	2.493	2.528	2.619	2.760	2.910	3.069	3.236	3.413	3.600	3.795
Stock por superficie (tCO2 eq/ ha)	49,9	49,6	45	54,1	57,1	60,2	63,5	66,9	70,6	74,4

Año	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Stock campus (tCo2)	4.000	4.215	4.439	4.672	4.915	5.168	5.431	5.703	5.985
Stock por superficie (tCO2 eq/ ha)	78,4	82,6	87,0	91,6	96,4	101,3	106,5	111,8	117,4

FIGURA 11:  
Mapa de calor del secuestro de carbono de los árboles del Campus San Joaquín. Se elaboró a base de la capa del inventario del secuestro de carbono en el año 2022. Sus valores varían entre 0 a 18 Ton CO<sub>2</sub> eq. Los valores cercanos a 18 Ton CO<sub>2</sub> eq se concentra su color en rojo y los calores cercanos a 0 Ton CO<sub>2</sub> eq de le asigna el calor degradados a blanco



# 6

## Lineamiento a futuro

### A. MITIGACIÓN DE ESPECIES ALERGENAS.

Según los autores González-Díaz, *et al* (2022) en las últimas décadas ha existido un aumento en las enfermedades alérgicas, con el 40% de la población mundial a presentando dicha enfermedad, lo que es un impacto negativo en la calidad de vida de las personas. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), provee que cuatro billones de personas padecerán de algún tipo de alergia para el año 2050. Esto se debe al incremento de los niveles de contaminantes tras el desarrollo industrial y el tráfico de vehículos que ha afectado a la calidad del aire afectando directamente al sistema inmunológico y respiratorio (Univerdiad de Chile, 2022). De la misma forma, otra causa que se debe considerar es el aumento de las temperaturas, efecto del cambio climático, que adelanta las temporadas de floración, y, por ende, la concentración de polen de diversas especies vegetales como son los árboles en la ciudad. Esto genera que las personas que sufren alergias exacerbaban las complicaciones de los síntomas, por lo que a continuación se presentarán dos especies arbóreas presentes en el campus San Joaquín que crean complicaciones en la temporada de la llegada de la primavera con el polen que generan.

#### 1. Especies Alergenas

##### a) *Platanus x acerifolia* o *Platanus hibrido* (Plátano oriental)

Árbol caducifolio, de copa ancha y redondeada, con altura que puede alcanzar fácilmente 30 m en la ciudad (Albarado, Baldini, & Gruajardo, 2013), y aporta abundante sombra sin limitar la visión a nivel de calle (Figura 12). El plátano oriental fue plantado en todo Londres en el siglo XIX en plazas y vías públicas de la ciudad, como símbolo para la capital del desarrollo de la revolución industrial. En esa época el empleo de la máquina a vapor dejó a la ciudad de Londres con un color negro por el hollín, sin embargo, el plátano oriental resistió dichas condiciones y, además, tiene la característica de prosperar entre aire contaminado y contribuye a mitigar contra la contaminación ambiental (Drori, 2019)

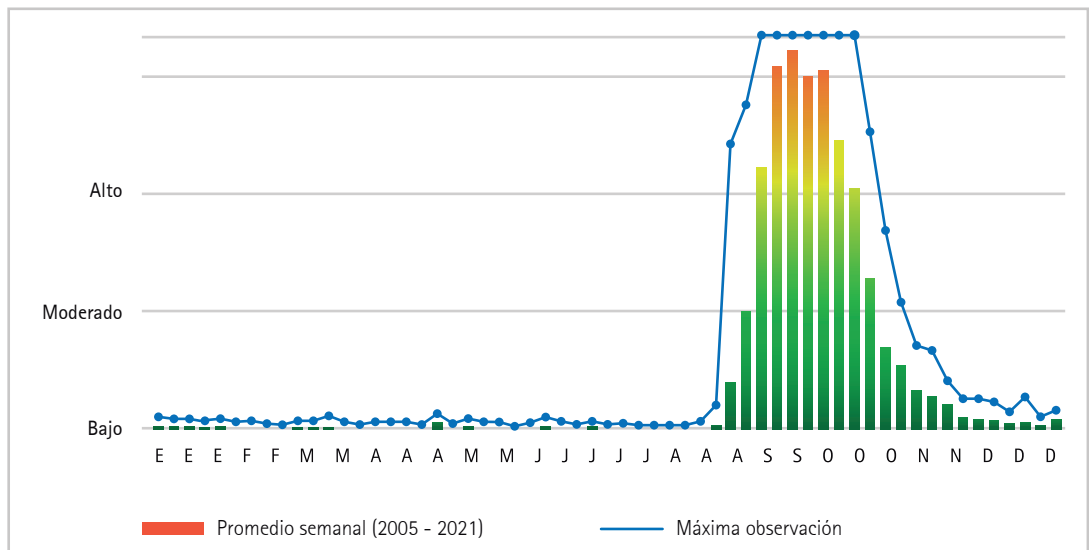
FIGURA 12:  
*Platanus x acerifolia*, nombre común Plátano oriental



Fuente: Elaboración propia

La polinización de los Plátanos orientales se lleva a cabo al inicio de primavera, registrándose la mayor concentración de polen en el aire en el mes de septiembre, donde es frecuente sobrepasar los 2.000 granos /m<sup>3</sup> de aire en Santiago. El periodo de polinización es de 6 semanas aprox. Cabe mencionar que la ciudad de Santiago es una de las ciudades de mundo con mayor concentración de polen del plátano oriental en primavera, con 35% de los pacientes con alergia afectados por este polen (POLENES, s.f.). En la Figura 13 se muestra un gráfico de los niveles de polen de la especie durante el año, donde se tienen los niveles de riesgo; 0 a 39 g/m<sup>3</sup> bajo riesgo de síntomas de alergia, 30 -60 g/m<sup>3</sup> moderado riesgo de síntomas y mayor a 60 g/m<sup>3</sup> alto riesgo de síntomas de alérgicos en la población sensible. En este gráfico se muestra que, finalizando el mes de agosto hasta octubre existe una gran concentración polen en el aire.

FIGURA 13:  
Ciclos de polinización del *Platanus x acerifolia* normalizados en una escala base 100 que representa la incidencia del desarrollo de síntomas alérgicos en la población sensible. Fuente: (POLENES, s.f.)



**b) *Acer negundo* (Arce)**

**FIGURA 14:**  
*Acer negundo*, nombre común Arce.



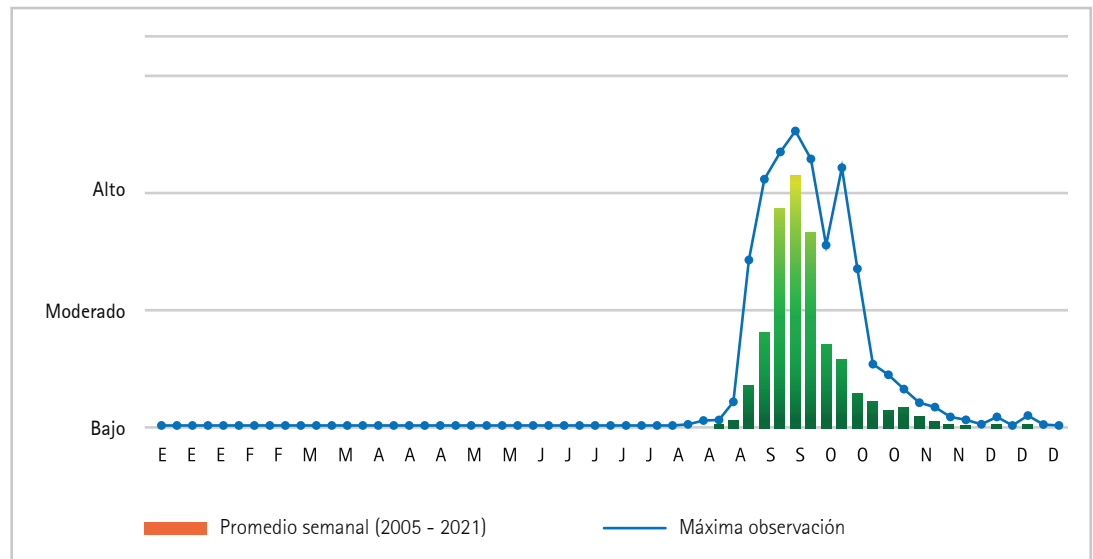
Fuente: (iNaturalistCL, 2023)

Árbol proveniente de América del Norte, donde se desarrolla de manera silvestre desde California a Florida. Es la única especie de Arce de hoja compuesta originaria de Norteamérica donde en muchas áreas se considera como una mala hierba. De crecimiento muy rápido con altura entre 15 a 20 m en forma adulta. De uso ornamental y de cortavientos. En el siglo XVIII, las tribus nativas americanas usaban el carbón proveniente de la madera del Arce a modo de pintura ceremonial y para elaborar tatuajes (Hobbs & West, 2020) & (Hoffmann, 2010).

Las hojas del Arce son de color verde claro aserradas, delgadas y caen en otoño. Su floración aparece antes que las hojas, con flores con estambres agrupadas en inflorescencia colgantes (Hoffmann, 2010), característica que contribuye a la polinización. La polinización es anemófila, es decir, la dispersión de semillas es por viento, por lo que es fácil que se disperse el polen a la atmósfera, generando la posibilidad de provocar alergias a las personas sensibles al polen. En la Figura 15 se visualiza los niveles de polen del *Acer negundo* durante el año, donde la polinización se inicia a fines de agosto, alcanzando su peak en septiembre y decrecen a fines de octubre. La concentración de polen media máxima semanal puede llegar a alcanzar a los 250 granos/m<sup>3</sup>, considerando que los síntomas para las personas sensibles al polen empiezan a reaccionar con concentraciones sobre 50 granos/m<sup>3</sup> (POLENES, s.f.)

FIGURA 15:

Ciclos de polinización del *Acer negundo* normalizados en una escala base 100 que representa la incidencia del desarrollo de síntomas alérgicos en la población sensible. Calendario de polinización para la ciudad de Santiago



Fuente: (POLENES, s.f.)

## 2. ¿Cómo mitigar los efectos de las alergias?

Dado que es inevitable la época de primavera y verano, con el incremento del polen en el aire. A continuación, se sugieren medidas de mitigación para disminuir los efectos que provoca el polen en el aire en el Campus San Joaquín.

- 1) Identificar las especies alérgicas y la ubicación donde se encuentran en el campus: En la Figura 16, se visualiza las especies alérgicas presentes en el campus y donde se encuentran. Estas se concentran en la Avenida principal con los Plátanos Orientales y en el Centro médico UC.
- 2) Al tener las especies alérgicas identificadas evitar pasar por esos sectores. Si es que deben transcurrir cerca de las especies alérgicas utilizar mascarilla y anteojos o gafas de sol para evitar que ingrese el polen a las vías respiratorias.
- 3) Minimizar la actividad física durante las horas de la 5.00 a 10.00 am de la mañana, ya que en ese rango de horario se genera más concentraciones de polen en el aire (POLENES, s.f.).
- 4) Si se transporta en auto, mantenga las ventanas del automóvil cerradas al viajar para evitar que ingrese el polen al auto.
- 5) Si se transporta en bicicleta, usar mascarilla y anteojos o gafas de sol para evitar que ingrese el polen a las vías respiratorias.
- 6) En sala de clase; evitar abrir las ventanas para evitar que ingrese el polen a la sala. Si es necesario abrirlas ojalá dejar las cortinas cerradas y durante la mañana después de las 10.am (POLENES, s.f.).

- 7) Para la población sensibles al polen, evitar entrar en contacto con otros agentes irritantes como el humo de tabaco, que pueden potenciar la reacción alérgica (Ministerio de Salud, 2023).
- 8) Para la población sensibles al polen, tomar los medicamentos recetados por su especialista en las dosis recomendadas (POLENES, s.f.). Si aún no ha sido diagnosticado y presenta síntomas de alergia, acudir al centro médico para recibir tratamiento.
- 9) Hacer un cambio de especies alergénicas; realizar un plan paulatino de recambio de especies, partiendo con los individuos que se encuentran en un estado de desarrollo maduro con problemas físicos, tales como pudrición de tronco, plaga, desganche, etc. Y enfatizar el arbolado urbano en el recambio de las especies alergénicas por especies nativas, ya que estas producen poco polen en la época de polinización, pues se polinizan por insectos. Además, son siempreverdes y están adaptadas al clima (MNHN, 2016)

FIGURA 16:  
Especies alérgicas presentes en el Campus San Joaquín.



Fuente: Elaboración propia en el sistema de referencia WGS 84 huso 19S.

## B. CONTROL DE ESPECIES EN ESTADO DE REGENERACIÓN Y ESPECIES INVASORAS QUE AFECTAN A LA REGENERACIÓN.

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2023) define como especies invasora como “especie exótica, ya asilvestrada o naturalizada a un territorio, que expandió su área de distribución y su población, con lo cual amenaza e impacta negativamente al ecosistema y hábitat donde se establece, y daña a las especies nativas que viven en ellos”. Las especies exóticas que se encuentran en el campus San Joaquín fueran introducidas por fines paisajísticos, por lo que para que se asilvestren se deben reproducir de forma natural, ya sea por dispersión de semilla o vegetativamente. Por ello se midió la regeneración natural de las especies; *Populus alba*, *Ailanthus altissima* y *Quercus robur*. De esto se presenta a continuación las especies con regeneración natural y las sugerencias para su manejo para cada caso en particular. Además, se presenta las posibles especies de fauna invasora que afecta a la regeneración de las especies.

### 1. Especies en estado de desarrollo en regeneración natural

#### a) *Populus alba* (Álamo Blanco)

FIGURA 17:

Regeneración natural de la especie *Populus alba*. Sector de avenida principal de los plátanos orientales y al costado del Vermicampus, sector de Deportes.



Árbol caducifolio de forma redondeada y de rápido crecimiento. Crece en lugares húmedos, a menudo junto a cursos de agua, en regiones con veranos calurosos e inviernos frescos. Actualmente se utiliza como ornamental, para plantarlo solo o en grupo, pero también como árbol en hilera como borde de camino o canales y/o sombreador calles y avenidas (Natusfera, 2023)& (Hoffmann, 2010).

El Álamo se puede reproducir mediante por semillas, estacas y por trasplante. La reproducción por semilla es la más fácil y brota abundantemente alrededor de un pie adulto (Hoffmann, 2010), tal como sucede en el caso del Campus San Joaquín. En la Figura 17 se visualiza la reproducción de *Populus alba* en la Avenida principal donde se encuentran los Plátanos orientales y al costado del Vermicampus, en el sector de deportes donde existe una abundancia regeneración por monte alto.

Para su manejo, se sugiere hacer un clareo en las zonas donde se concentra la regeneración, como en el costado del Vermicampus, con el fin de fomentar el crecimiento de los árboles futuro. También de observar su expansión de semillas, es decir, si se dispersa en sectores donde no se encuentra planeado su incorporación en el sitio, se sugiere hacer una intervención de extracción de los brinzales.

### **b) *Ailanthus altissima* (Árbol del Cielo)**



**FIGURA 18:**  
Regeneración por monte medio de la especie *Ailanthus altissima* al costado del basurero del Campus San Joaquín

A pesar de su epíteto del nombre científico “*altissima*” no es un árbol de gran estatura, si no bien mide alrededor de 10 a 20 m. Es caduco, de tronco recto y liso, corteza grisácea y ramificaciones sueltas (Hoffmann, 2010). Según (Hobbs & West, 2020) en el libro, se relata que el árbol puede crecer en solares cerrados y en montones de basura abandonados, además de que es el único árbol que puede brotar de las grietas del cemento. Esta descripción se puede ver al costado del basurero del Campus San Joaquín (Figura 18), donde existe una generación abundante de la especie.

Cabe mencionar que esta especie se expande de forma agresiva en su territorio generando competencia de especie, ya sea por dispersión de semilla de manera agresiva, crecimiento de vástagos a sus alrededores, y genera alelopatía, es decir, las toxinas de su corteza y hojas se acumulan en el suelo e inhiben el crecimiento de otras plantas. Además, es difícil de erradicar o sacar, ya que, al talarlos, los tocones no tardan en reproducirse vegetativamente y es capaz de crecer a partir de fragmentos de raíces que permanecen en el suelo (Hobbs & West, 2020).

De lo anterior, para su manejo se debe estar con precaución, ya sea por los individuos de árboles que se encuentran a su alrededor y en la ubicación en donde localiza. Dado que este árbol es conocido por su mal olor de sus flores y a la vez por comportarse invasora (Hoffmann, 2010). Se sugiere realizar podas constantes para limitar su crecimiento y reemplazar los individuos que afecten a otras especies.

### c) *Quercus robur* (Encina o Roble en España)



FIGURA 19:  
Regeneración por monte alto de la especie *Quercus robur* en el sector de la avenida principal de los plátanos orientales llegando a la biblioteca San Joaquín.

Árbol decíduo de porte majestuoso, con copa ancha e irregular, que puede alcanzar hasta 50 m de altitud (en Chile, habitualmente tiene una altura de 30 m). El nombre genérico deriva de la misma palabra latina con que se designaba estos árboles. “*Robur*” se refiere a la dureza de su madera. En épocas anteriores se utilizaba para la fabricación de navíos o barcos de guerra, donde tuvo una posición importante para la nación inglesa (Hoffmann, 2010) & (Hobbs & West, 2020). Su reproducción es principalmente por semilla (Natusfera, 2023), tal como se muestra en la Figura 19, donde existe regeneración natural del Roble.

En cuanto a medidas de manejo de la regeneración, se sugiere control de observación, ya que en terreno no se observaron muchos sectores de regeneración de esta especie, solo en la avenida principal de los plátanos orientales llegando a la biblioteca San Joaquín. Por lo que, se sugiere dejar los individuos desarrollarse, en caso de que crezcan y no es acorde al plan de arbolado urbano del campus, se sugiere reemplazarlo o removerlo.

## 2. Especies de fauna e insecto invasora que afecta a la regeneración

### a) Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)



FIGURA 20:  
Conejo común (*Oryctolagus cuniculus*).

Fuente: (Natusfera, 2023)

El Conejo común es una especie de mamífero lagomorfo que mide hasta 50 cm y puede llegar a pesar hasta 2,5 kg. Se encuentra en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Natusfera, 2023). Fue introducido en el centro y sur de Chile desde Europa en 1880.

Esta especie es conocida en Chile por destruir cultivos, plántulas y plantas nativas, erosionando laderas con sus extensas madrigueras, destruye la topografía y la funcionalidad del suelo (Endémico, 2020). En el Campus San Joaquín se ha visto en el sector del Biohuerto y en el Vivero Dombeyi. Actualmente se está utilizando en la reforestación Shelter para proteger las plántulas contra los conejos. Sin embargo, en la regeneración natural no ha llegado esta propuesta. Se sugiere analizar la probabilidad de implementar este mecanismo en específico al Roble o Álamo si es que se pretende dejar los individuos a futuro.

Para el control del conejo se sugiere:

1. Identificar las zonas donde se encuentran las madrigueras y las especies vegetales a las cuales genera daños.
2. Destrucción de las madrigueras mediante laboreos profundos alrededor de 60 cm de profundidad.
3. Trampeo: Conseguir permisos especiales solicitados al SAG, con el fin de atrapar a los individuos y esterilizarlos. Se sugiere la participación de la facultad de veterinaria para generar un proyecto de buenas prácticas para el procedimiento.

### b) *Boisea Trivittata* (Chinche del Arce)



FIGURA 21:  
Chinche del Arce, *Boisea Trivittata*

Fuente. (Aliaga, 2023)

El Chinche del Arce es un insecto hemíptero del Norte América. Se puede encontrar principalmente en Arces (género *Acer*), Fresnos (género *Fraxinus*) y Jaboncillo (género *Sapinus*). Se distingue por una coloración marrón oscura o negra con venas rojas en las alas y marcas de color rojo en el abdomen. En marzo del 2020, esta especie llegó a Chile, convirtiéndose en una especie invasora, colonizando rápidamente en Arces ornamentales presentes en plazas, jardines públicos, calles o jardines privados. Genera daños en los frutos en el otoño, dejando cicatrices, manchas o deformaciones o caídas prematuras en los frutos (Aliaga, 2023) & (iNaturalistCL, 2023).

Cabe mencionar que no solo ataca a las especies vegetales, si no bien puede llegar a ingresar a los establecimientos, invadiendo los interiores de los lugares habitados en busca de agua o alimentos, en especial lugares que se encuentran calefaccionados (iNaturalistCL, 2023).

Para el control del Chinche del Arce se sugiere:

1. Identificar los individuos y especies que se encuentran afectados por el insecto, de manera de encontrar los sectores que son focos prioritarios para combatir la plaga.
2. Hacer un protocolo de prevención de la plaga; Generar una búsqueda bibliográfica de los ciclos de incubación de la especie, determinar su control ya sea biológico, físico o mecánico que mejor se adecue al campus San Joaquín.

3. Para los jardines, se recomienda eliminar y compostar los frutos del suelo, las hojas caídas en otoño o cualquier materia orgánica que caída de los árboles afectados (Aliaga, 2023).

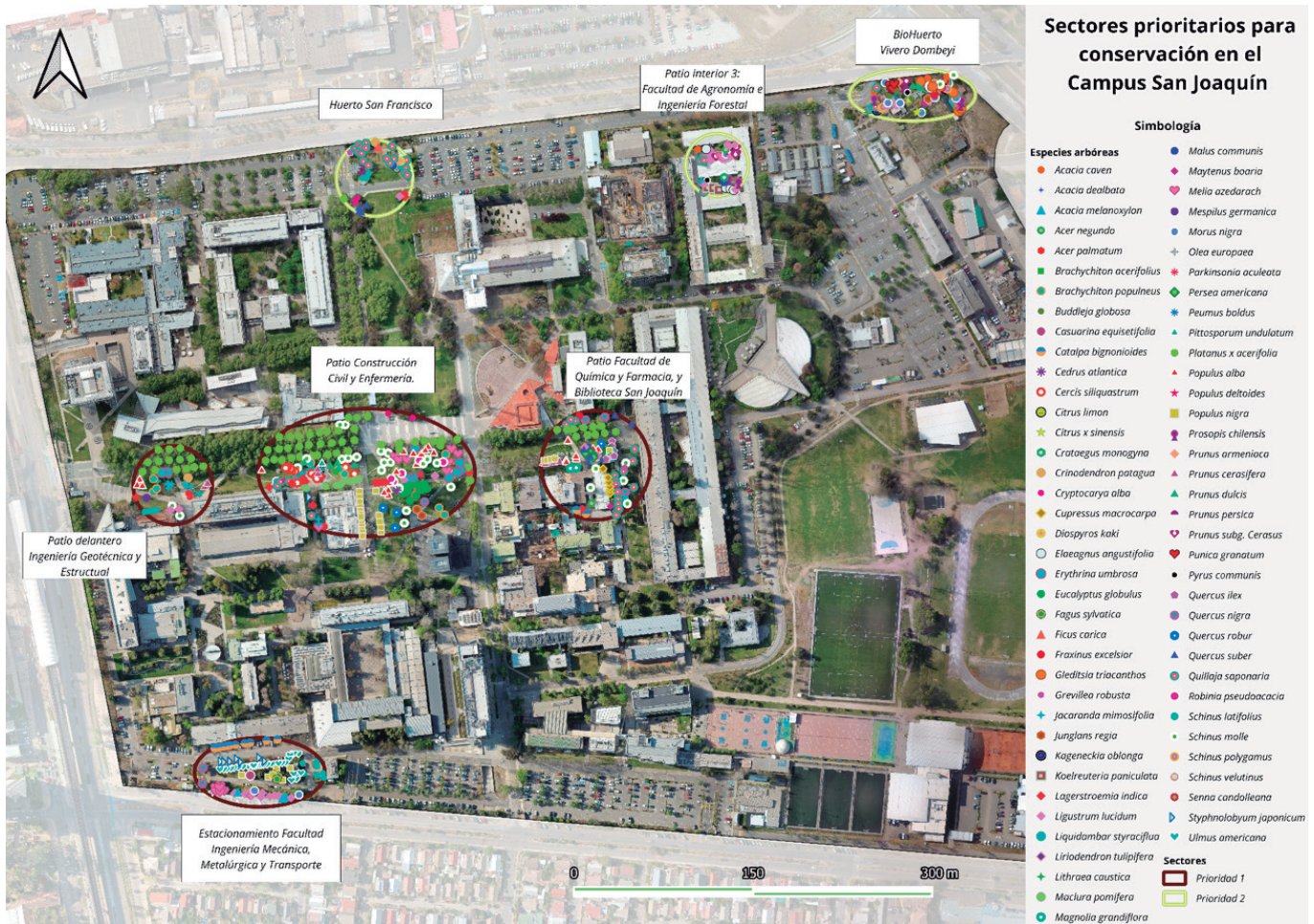
### **C. SECTORES PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN Y ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN DE BIODIVERSIDAD.**

Para identificar las áreas prioritarias para conservación de la biodiversidad se definieron los siguientes criterios:

1. Según la Figura 7 del mapa de calor de la riqueza de especies presentes en el Campus San Joaquín. Se determinó áreas con concentraciones de biodiversidad, teniendo un total de 11 sectores. En esas áreas se calculó el índice de Shannon para cada sector (Tabla de Anexo 1). Se consideraron los sectores que tuvieron resultados en el índice con distribución normal (valores entre 2 a 3) de las especie y altas concentraciones de biodiversidad de especie (valores mayores a 3).
2. Se consideró la Figura 8 del mapa de calor de diámetro de la altura al pecho (DAP), los sectores que contienen valores altos (cercanos a 90 cm) en DAP en el campus San Joaquín.
3. Se consideró los sectores que se encuentran en cuadrantes con resultados en el índice de Shannon por cuadrantes con distribución normal (valores entre 2 a 3) de las especie y altas concentraciones de biodiversidad de especie (valores mayores a 3) (Tabla 7).
4. Por último, se consideró los sectores que contengan alto secuestro de carbono, según los que se visualiza en el mapa de Calor de la Figura 11 y según los resultados de secuestro por cuadrante (Tabla 25).

Con estos criterios se determinó los sectores prioritarios a conservación que se visualizan en la Figura 22. De esto se clasificó en dos categorías; prioridad N°1 a los sectores que cumplen todos los criterios descritos anteriormente, y prioridad N°2 a aquellos sectores que cumplen entre 2 o 3 criterios. Para el caso de la prioridad N°2, se tiene el sector del huerto San Francisco cumple con el criterio 1, 3 y 4, y en el sector Biohuerto y Vivero dombeyi cumple con el criterio 1 y 3.

FIGURA 22:  
Sectores prioritarios para conservación en el campus San Joaquín. Fuente: Elaboración propia en el sistema de referencia WGS 84 huso 19.



A partir del proyecto realizado se presenta la siguiente propuesta de estrategia de protección de la biodiversidad para el Campus San Joaquín:

1. De los árboles identificados en el campus San Joaquín se debe realizar manejo de los individuos. Según autores (Hernández, Serra, & Araya, 2007) un mantenimiento apropiado de los árboles es clave para la supervivencia de los individuos y los efectos del beneficio del arbolado urbano. Se debe supervisar evaluando la salud y longevidad de las plantas, realizando inventarios periódicos de los árboles existentes y los recién plantados. Con ello se puede calendarizar la remoción de árboles que se encuentran en peligro para las personas que transmitan en el sector o enfermos que necesitan un remplazo de individuo. Además, se debe incluir el riego (si es que las lluvias ya no son suficiente para la supervivencia) y tratamientos silvícolas según los requerimientos que necesita la planta.
2. En el caso de incorporar nuevos individuos en el arbolado urbano del campus, se sugiere la incorporación de plantas de especies autóctonas del mediterráneos, ya que las especies, además adaptarse adecuadamente a su hábitat, estas contienen un secuestro de CO<sub>2</sub> durante todo el año debido a la gran presencia de especies siempreverdes que fotosintetiza también en invierno. Época donde las condiciones ambientales no se encuentran en un buen estado y se generan las alertas ambientales dentro de la ciudad (Gratani, Varone, & Bonito, 2016).
3. Generar fichas de las especies identificadas presentes en el campus San Joaquín; De las especies identificadas realizar una base de datos por especies de las características de la especie, ya sea descripción fisiológica, distribución de hábitat, requerimientos hídricos o de nutrientes, distribución de semillas, el papel que representa la especie en la cultura a la cual pertenece, etc. De manera que esta información sea accesible a la comunidad UC y entregar valor a los árboles presentes en el campus San Joaquín.
4. Sensibilización de las especies presentes en el campus San Joaquín; realizar actividades de difusión y capacitación del valor del arbolado urbano, ya sea para los alumnos de la universidad, académicos, funcionarios y profesionales de la comunidad UC. Para ello considerar los resultados presentes en este proyecto y fomentar la importancia del mantenimiento de los individuos arbóreos presentes en el campus San Joaquín.
5. De la información georreferenciada registrada en el proyecto, realizar actualización periódicamente, de forma de hacer un seguimiento de las variaciones espaciales de los árboles y en especial las concentraciones de CO<sub>2</sub> a lo largo del tiempo (Gratani, Varone, & Bonito, 2016).

# 7

## Bibliografía

- ADAPTAMED. (2018). *Secuestro de carbono: ¿qué es y cómo funciona?* Obtenido de <https://www.lifeadaptamed.eu/?p=1098>
- Albarado, A., Baldini, A., & Gruajardo, F. (2013). *Árboles urbanos de Chile Guía de Reconocimiento*. Santiago de Chile: Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- Aliaga, C. (28 de 03 de 2023). *Chinche del arce: especialistas U. de Chile explican cómo podemos enfrentar esta plaga*. Obtenido de Prensa Universidad de Chile: <https://uchile.cl/noticias/203586/chinche-del-arce-especialistas-u-de-chile-explican-como-enfrentarlos>
- Altamirano, T. (2012). *Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile*. Santiago: Chile.
- Cambria, D., & Pierangeli, D. (2012). Application of a life cycle assessment to walnut tree (*Juglans regia* L.) high quality wood production: a case study in southern Italy. *Journal of Cleaner Production*, *23*(1), 37-46. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652611004173>
- Chi, X., Guo, Q., Fang, J., Schmid, B., & Tang, Z. (2017). Seasonal characteristics and determinants of tree growth in a Chinese subtropical forest. *Journal of Plant Ecology*, *10*(1), 4–12. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/JPE/RTW051>
- Cruz, P. (2020). *Principios de Ordenación Forestal para Chile*. Santiago de Chile.
- Cruz, P., Bascuñan, A., & Velozo, J. (2014). *Funciones alométricas para el bosque mediterráneo chileno*. Santiago.
- De la Maza, M., & Bonacic, C. (2013). *Manual para el monitoreo de fauna*. Santiago de Chile: Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile .
- Dirección de Sustentabilidad. (21 de 12 de 2022). La comunidad UC cuida la forestación. *Dirección de Sustentabilidad*. Obtenido de : <https://sustentable.uc.cl/noticias/1091-la-comunidad-uc-cuida-la-forestacion>.
- Dirección de Sustentabilidad. (2023). *¿Qué es la Carbononeutralidad?* Obtenido de <https://sustentable.uc.cl/carbono-neutralidad-uc/627-que-es-la-carbono-neutralidad>.
- Dobbs Brown, C. (2005). *Construcción de modelos de estimación de biomasa y área foliar para diez especies arbóreas urbanas de la ciudad de Santiago*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Donoso, C., & Cruz, P. (2015). *Estructura y dinámica de los Bosques del Cono Sur de América*. Santiago de Chile : Universidad Mayor, OTERRA.
- Drake, F., Emanuelli, P., & Acuña, E. (2003). *Compendio de funciones dendrométricas del bosque nativo*. Santiago de Chile: Universidad de Concepción y Proyecto conservación y manejo sustentable del bosque nativo.
- Drori, J. (2019). *La vuelta al mundo en 80 árboles*. Barcelona España: Blume.
- Duncanson, L. R. (2015). Small sample sizes yield biased allometric equations in temperate forests. *Scientific reports*, *5*(1), 1-13. Obtenido de <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/52933>

- Endémico. (22 de 12 de 2020). *150 años del conejo europeo en Chile: ¿qué sabemos de él?* Obtenido de Endémico: [https://endemico.org/el-conejo-europeo-en-chile-que-sabemos-de-el/#:~:text=El%20conejo%20europeo%20\(Oryctolagus%20cuniculus,y%20la%20funcionalidad%20del%20suelo.](https://endemico.org/el-conejo-europeo-en-chile-que-sabemos-de-el/#:~:text=El%20conejo%20europeo%20(Oryctolagus%20cuniculus,y%20la%20funcionalidad%20del%20suelo.)
- González-Díaz, S., Lira-Quezada, C., Villarreal-González, R., & Canseco-Villarreal, J. (21 de 03 de 2022). Environmental pollution and allergy. *Scielo*, **69**.
- Gratani, L., Varone, L., & Bonito, A. (1 de 09 de 2016). Carbon sequestration of four urban parks in Rome. *Urban Forestry & Urban Greening*, **19**, 184-193. Obtenido de [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866715300911?casa\\_token=yNebyleuSswAAAA:uzBDR-sUZKx84yUnAKXBdq1naFZ8dSyog7GPnDwpHEfle8YVi\\_MCoFVkXFZIM2BZKbW\\_mTD0KXg](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866715300911?casa_token=yNebyleuSswAAAA:uzBDR-sUZKx84yUnAKXBdq1naFZ8dSyog7GPnDwpHEfle8YVi_MCoFVkXFZIM2BZKbW_mTD0KXg)
- Hernández, J., Serra, M., & Araya, J. (2007). Manejo de la vegetación urbana. En J. Hernández, C. De la Maza, & C. Estados, *Biodiversidad: Manejo y conservación de recursos forestales* (págs. 691-738). Santiago: Editorial Universitaria.
- Hobbs, K., & West, D. (2020). *La historia de los árboles y de cómo han cambiado nuestra forma de vida*. Barcelona: Blume.
- Hoffmann, A. (2010). *El Árbolado Urbano en Chile*. Santiago de Chile: Fundación Claudio Gay.
- Honeyman, P., Cruz, P., Fleury, M., Cano, J., Torralba, J., Perez, W., . . . Urbina, F. (2014). *Elaboración de Insumos Técnicos y Metodológicos para el Desarrollo de la Tipología de Proyectos Forestales de Captura de Carbono por medio de la Restauración de Bosques Mediterráneos*. Santiago de Chile: Terra.
- iNaturalistCL. (2023). *Chinche del Maple*. Obtenido de iNaturalistCL: <https://inaturalist.mma.gob.cl/taxa/53227-Boisea-trivittata>
- IUCN, R. (2022). *The IUCN Red List or Threatened Species*. Obtenido de <https://www.iucn-redlist.org/es>
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria.
- mappingGIS. (2018). *Cómo crear heatmaps o mapas de calor en QGIS 3*. Obtenido de mappingGIS: <https://mappinggis.com/2018/03/como-crear-mapas-de-calor-en-qgis-3/>
- McPherson, E., Van Doorn, N., & Peper, P. (2016). *Urban Tree Database and Allometric Equations*. Estados Unidos : United States Department of Agriculture USDA.
- Ministerio de Salud. (2023). *La molestia que generan las alergias en primavera*. Obtenido de SSMaule: <https://www.sasmaule.gob.cl/minisal/?p=11940>
- Ministerio del Medio Ambiente, M. (2022). *Clasificación según estado de conservación*. Obtenido de MMA: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>
- MMA, M. M. (2023). *Especies exóticas invasoras en Chile, Una amenaza para la biodiversidad*. Obtenido de Especies exóticas invasoras en Chile: [https://especies-exoticas.mma.gob.cl/#:~:text=Invasoras%20\(EEI\),nativas%20que%20viven%20en%20ellos.](https://especies-exoticas.mma.gob.cl/#:~:text=Invasoras%20(EEI),nativas%20que%20viven%20en%20ellos.)
- MMA., M. M. (2020). *Contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Chile*. Santiago: Gobierno de Chile.
- MNHN, M. (2016). *Polen y alergias ahora en Santiago*. Obtenido de Museo Nacional de Historia Natural Chile: <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/polen-y-alergias-ahora-en-santiago>

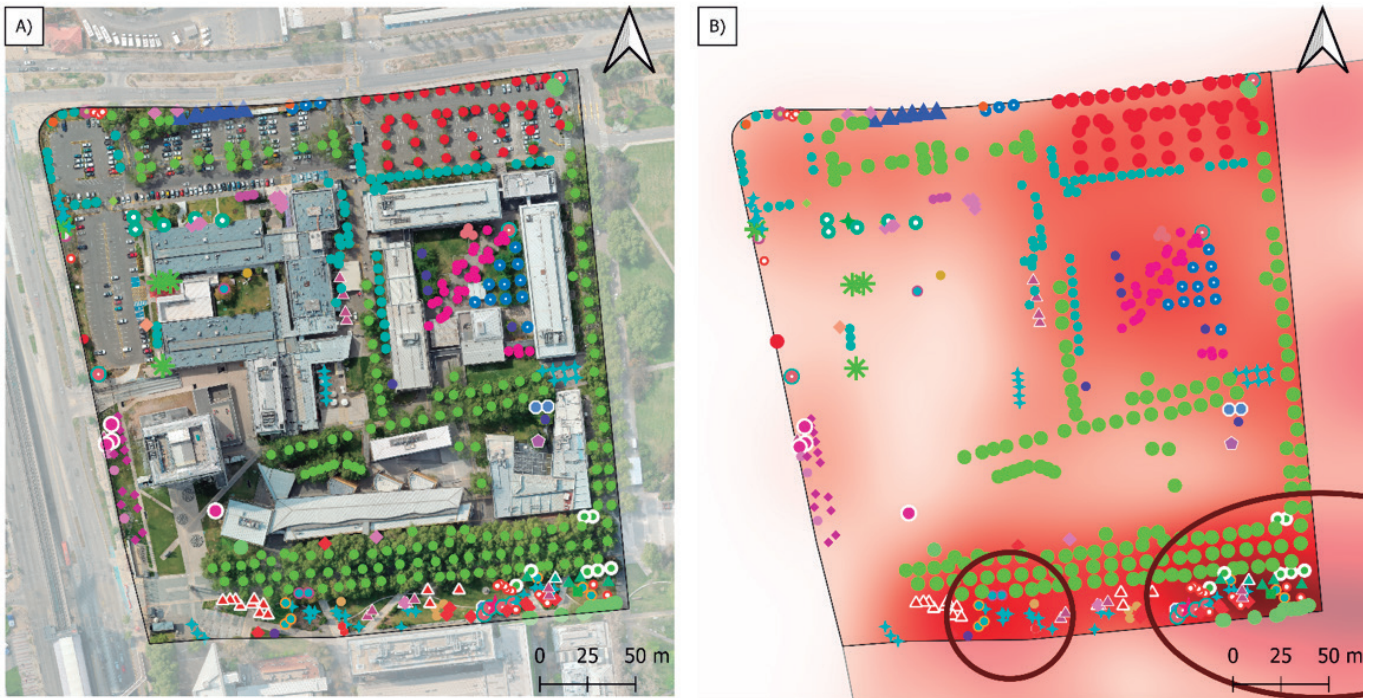
- Montaner, D., Mattar, C., Trujillo, G., Moraga, J., & Cano, J. (2016). *Anexo Técnico de Resultados REDD+*. Santiago de Chile: ENCCRV. Obtenido de <https://www.enccrv.cl/anexo-redd>
- Natusfera. (2023). *Álamo Blanco (Populus alba)*. Obtenido de inaturalist: <https://spain.inaturalist.org/taxa/47570-Populus-alba>
- Ooec. (2019). *Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono*. Ministerio para la Transición Ecológica, Gobierno de España.
- Owate, O. A., Mware, M. J., & Kinyanjui, M. J. (2018). Allometric Equations for Estimating Silk Oak (*Grevillea robusta*) Biomass in Agricultural Landscapes of Maragua Subcounty, Kenya. *Hindawi International Journal of Forestry Research*, 1-14. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/e5ab/e83ceef7ca99f537a490586a35e0872300b8.pdf>
- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Frug, T., Kruger, D., Pipatti, R., . . . Wagner, F. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Scielo*, 31(8). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008#:~:text=El%20C3%ADndice%20refleja%20la%20heterogeneidad,un%20individuo%20en%20la%20comunidad.](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008#:~:text=El%20C3%ADndice%20refleja%20la%20heterogeneidad,un%20individuo%20en%20la%20comunidad.)
- POLENES. (s.f.). *Plantas Alergénicas*. (F. d. Salud, Editor) Obtenido de Polenes.cl.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., & Real, P. (1997). *Mensura Forestal*. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible.
- Qin, S., Nie, S., Guan, Y., Zhang, D., Wang, C., & Zhang, X. (2022). Forest emissions reduction assessment using airborne LiDAR for biomass estimation. *Resources, Conservation and Recycling*, 118, 106224. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344922000726>
- QUIGLEY, M. (2002). Franklin Park: 150 years of changing design, disturbance, and impact on tree growth. *Urban Ecosystems*, 6, 223–235.
- Sartori, Á., Quintanilla, O., Cano, J., Moraga, J., Alfaro, W., Soto, G., . . . Duhalde, P. (2016). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025*. Santiago de Chile : ENCCRV.
- Ugle, P., Rao, S., & Ramachandra, T. (2010). CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL OF URBAN TREES. *Centre for Ecological Sciences*, 1-12. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Prachi-Ugle/publication/318471008\\_Carbon\\_Sequestration\\_Potential\\_of\\_Urban\\_Trees/links/596d10bfa6fdcc03edb6c28c/Carbon-Sequestration-Potential-of-Urban-Trees.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Prachi-Ugle/publication/318471008_Carbon_Sequestration_Potential_of_Urban_Trees/links/596d10bfa6fdcc03edb6c28c/Carbon-Sequestration-Potential-of-Urban-Trees.pdf)
- Univerdiad de Chile. (7 de 09 de 2022). *El polen y sus síntomas: cómo mitigar los efectos*. Obtenido de Noticias Universidad de Chile: <https://www.uchile.cl/noticias/190046/el-polen-y-sus-sintomas-como-mitigar-los-efectos>
- Vita, A. (1996). *Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile*. Santiago de Chile: CORPORACION NACIONAL FORESTAL.
- Ximenes, F., Kathuria, A., McLean, M., Coburn, R., Sargeant, D., Ryan, M., . . . Mo, M. (2018). Carbon in Mature Native Forests in Australia: The Role of Direct Weighing in the Derivation of Allometric Equations. *Forests*, 9(2). Obtenido de <https://www.mdpi.com/1999-4907/9/2/60>

# 8 Anexos

## A. ANEXO 1: CARTOGRAFÍA POR CUADRANTES

FIGURA DE ANEXO 1:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 1, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.

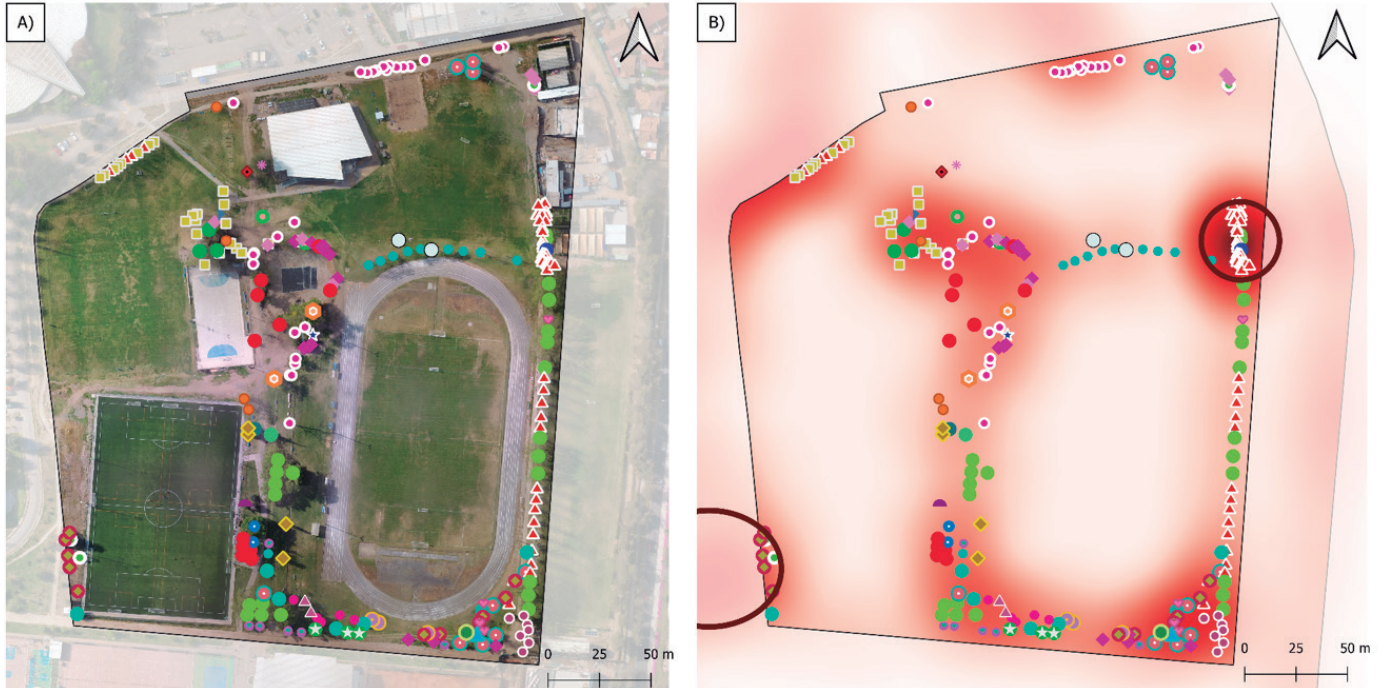


### Simbología

Inventario Forestal	
● Acacia caven	■ Brachychiton acerifolius
● Acer palmatum	● Brachychiton populneus
● Acer pseudoplatanus	● Cercis siliquastrum
● Ailanthus altissima	● Crinodendron patagua
● Araucaria angustifolia	● Cryptocarya alba
● Araucaria heterophylla	● Erythrina umbrosa
● Fraxinus excelsior	● Fraxinus spp
● Grevillea robusta	● Jacaranda mimosifolia
● Lagerstroemia indica	● Ligustrum lucidum
● Liquidambar styraciflua	● Malus hupehensis
● Maytenus boaria	● Mespilus germanica
● Morus nigra	● Magnolia grandiflora
● Pittosporum undulatum	● Maclura pomifera
● Prunus dulcis	● Magnolia grandiflora
● Quercus ilex	● Platanus x acerifolia
● Quercus nigra	● Populus alba
● Quercus robur	● Populus deltoides
● Quercus suber	● Prunus armeniaca
● Quillaja saponaria	● Prunus cerasifera
● Rhododendron sp	● Robinia pseudoacacia
● Schinus molle	● Tilia americana
□ Cuadrante 1	

FIGURA DE ANEXO 2:

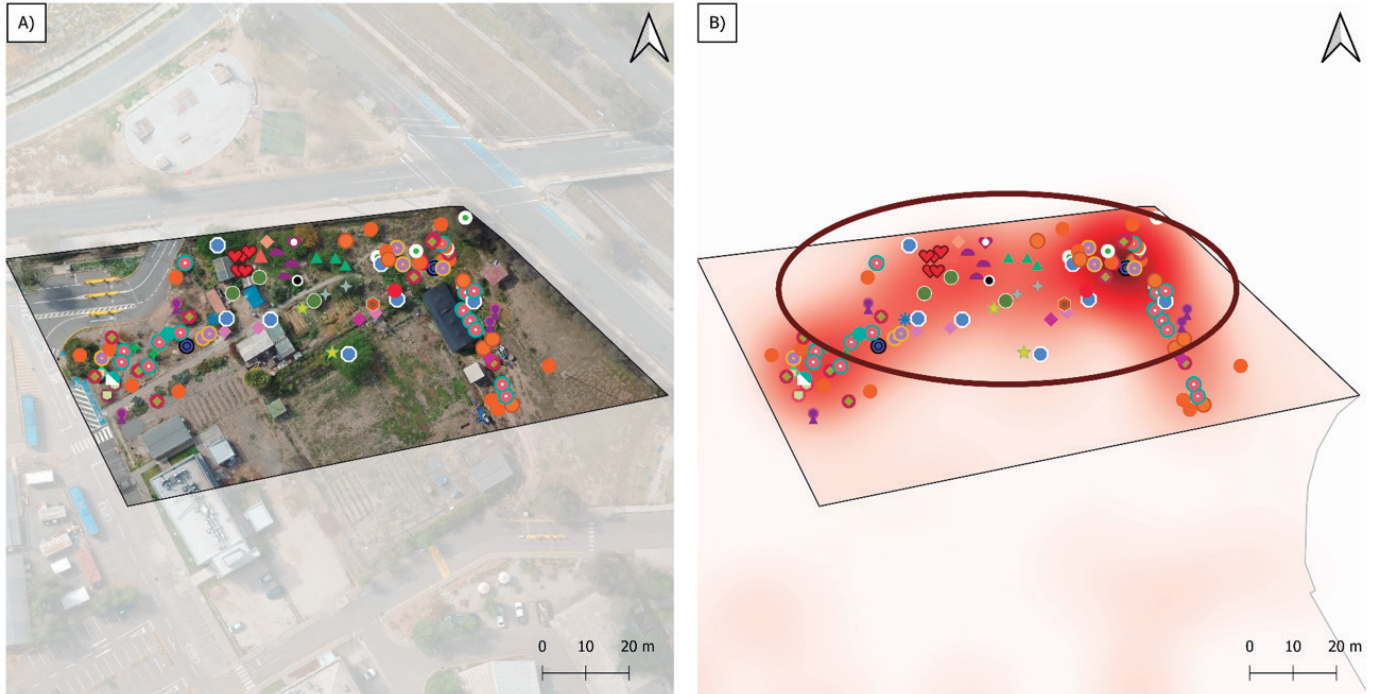
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 2, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología					
□ Cuadrante 2	✱ Beilschmiedia miersii	● Eucalyptus globulus	◆ Maytenus boaria	▲ Prunus persica	● Schinus latifolius
<b>Inventario de árboles</b>	● Casuarina equisetifolia	● Fraxinus excelsior	♥ Melia azedarach	▶ Prunus spp	● Schinus molle
▲ Acacia melanoxylon	◆ Cedrus deodara	● Gleditsia triacanthos	● Platanus x acerifolia	● Quercus nigra	● Schinus polygamus
● Acer negundo	● Cryptocarya alba	● Ligustrum japonicum	▲ Populus alba	● Quercus robur	● Senna candolleana
★ Araucaria bidwillii	◆ Cupressus macrocarpa	◆ Ligustrum lucidum	■ Populus nigra	● Quillaja saponaria	
★ Aristotelia chilensis	● Cupressus sempervirens	● Liquidambar styraciflua	▲ Prunus cerasifera	● Robinia pseudoacacia	
	○ Elaeagnus angustifolia	● Malus communis	● Prunus domestica	○ Salix baylonica	

FIGURA DE ANEXO 3:

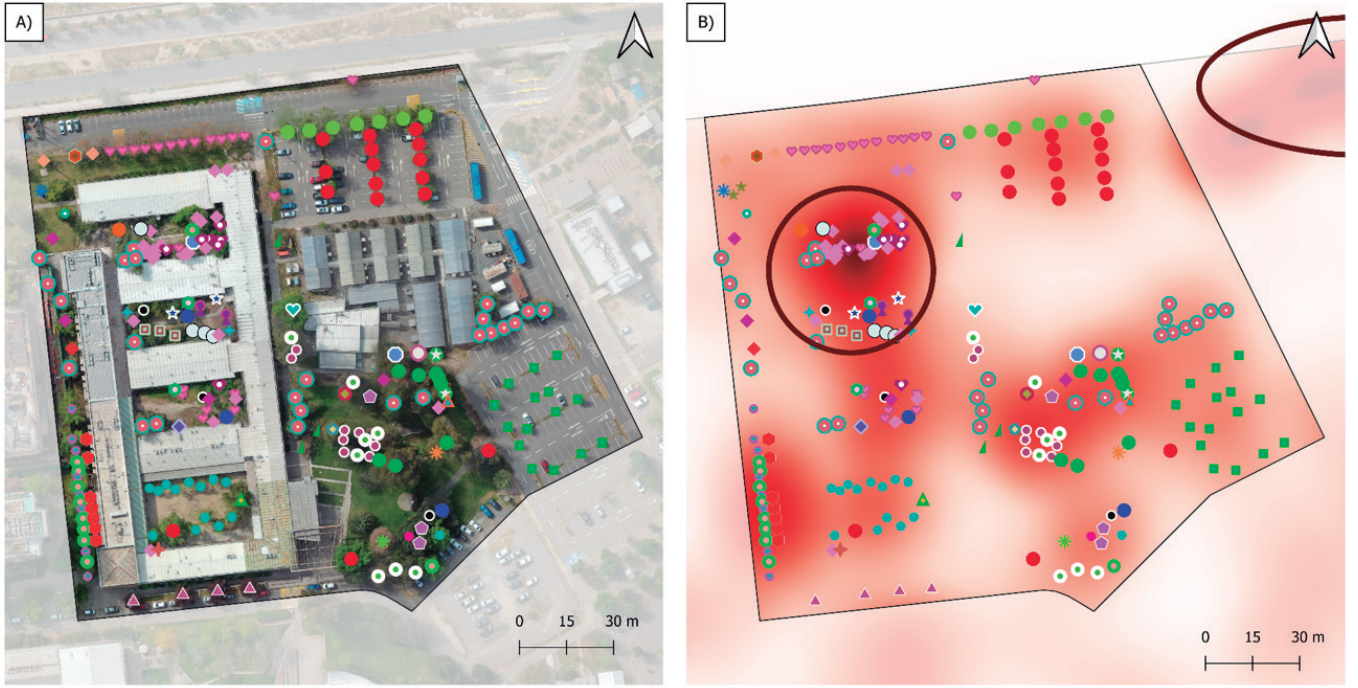
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 3, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología						
□ Cuadrante 3	▲ Ficus carica	◆ Ligustrum lucidum	* Peumus boldus	● Prunus persica	● Schinus latifolius	◇ Sophora macrocarpa
<b>Inventario de árboles</b>	● Fraxinus excelsior	✦ Lithraea caustica	● Prosopis alba	● Prunus subg. Cerasus	● Schinus molle	
● Acacia caven	● Gleditsia triacanthos	◆ Maytenus boaria	● Prosopis chilensis	● Punica granatum	● Schinus polygamus	
● Buddleja globosa	● Juglans regia	● Morus nigra	● Prunus armeniaca	● Pyrus communis	● Schinus velutinus	
★ Citrus x sinensis	● Kageneckia oblonga	✦ Olea europaea	▲ Prunus dulcis	● Quillaja saponaria	● Senna candolleana	

FIGURA DE ANEXO 4:

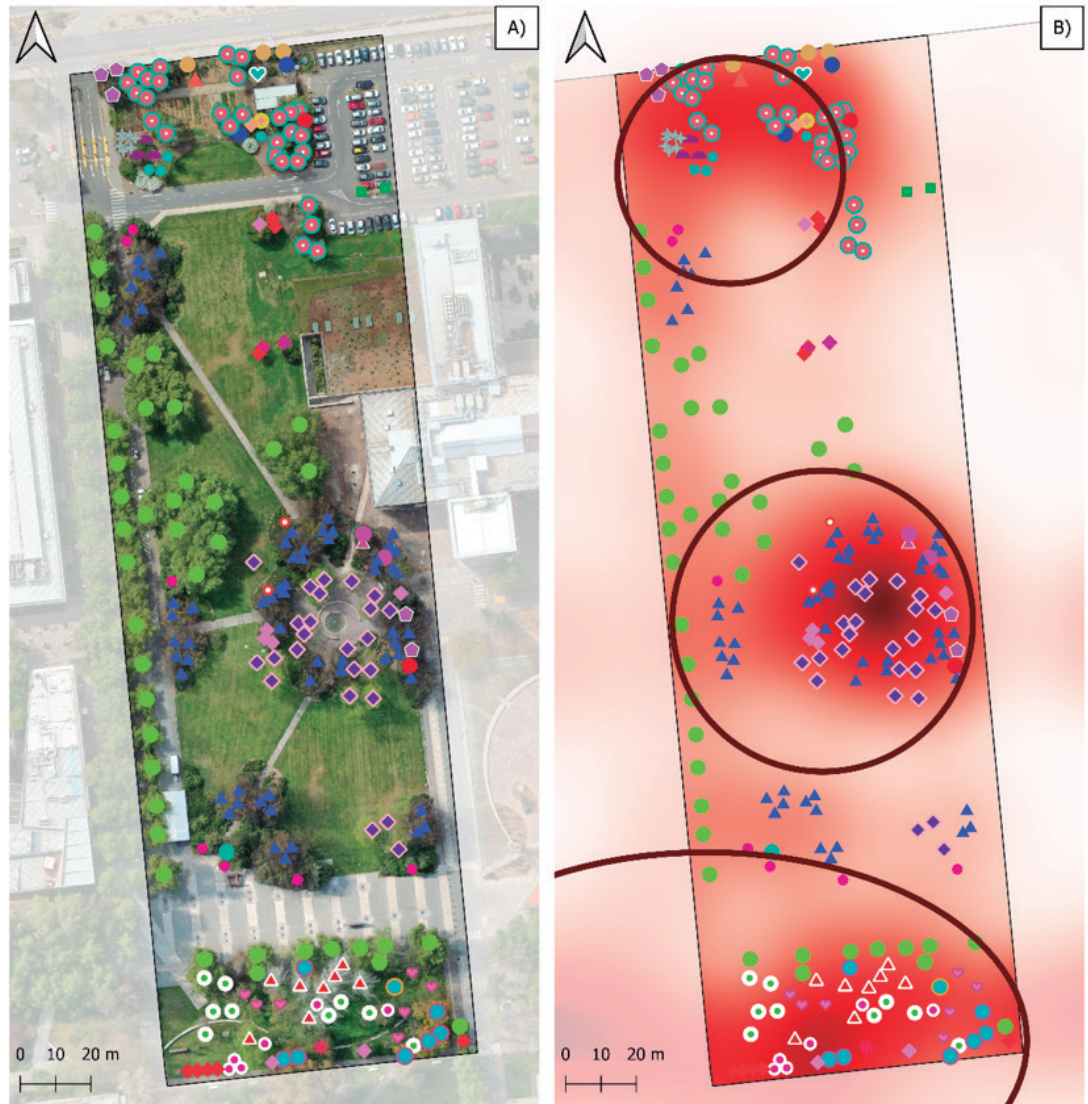
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 4, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología						
□ Cuadrante 4	◆ Bauhinia candicans	● Eucalyptus globulus	▲ Laurus nobilis	♥ Melia azedarach	◇ Prunus armeniaca	○ Schinus molle
🌿 Inventario de árboles	♻️ Beilschmiedia miersii	● Fraxinus excelsior	◆ Ligustrum lucidum	● Morus nigra	▲ Prunus cerasifera	● Senna candolleana
● Acacia caven	● Casuarina equisetifolia	■ Fraxinus ornus	● Liquidambar styraciflua	★ Persea lingue	♥ Prunus subg. Cerasus	● Sequoia sempervirens
● Acer negundo	● Crataegus monogyna	✦ Jacaranda mimosifolia	✦ Luma chequen	★ Peumus boldus	● Pyrus communis	▲ Tamarix chilensis
● Acer palmatum	● Cryptocarya alba	● Juglans regia	● Magnolia grandiflora	★ Phytolacca dioica	● Quercus ilex	★ Tilia americana
● Ailanthus altissima	★ Drimys winteri	■ Koelreuteria paniculata	● Malus communis	● Platanus x acerifolia	● Quercus nigra	♥ Ulmus americana
★ Aristotelia chilensis	○ Elaeagnus angustifolia	◆ Lagerstroemia indica	◆ Maytenus boaria	● Prosopis chilensis	● Quillaja saponaria	

FIGURA DE ANEXO 5:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 5, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología			
Cuadrante 5	Fraxinus excelsior	Melia azedarach	Quercus ilex
<b>Inventario de árboles</b>	Fraxinus ornus	Olea europaea	Quercus suber
Brachychiton populneus	Grevillea robusta	Parkinsonia aculeata	Quillaja saponaria
Cercis siliquastrum	Lagerstroemia indica	Platanus x acerifolia	Robinia pseudoacacia
Crinodendron patagua	Ligustrum lucidum	Populus alba	Schinus latifolius
Cryptocarya alba	Liquidambar styraciflua	Prunus armeniaca	Schinus molle
Diospyros kaki	Liriodendron tulipifera	Prunus cerasifera	Ulmus americana
Erythrina umbrosa	Malus communis	Prunus persica	
Ficus carica	Maytenus boaria		

FIGURA DE ANEXO 6:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 6, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



Simbología							
□ Cuadrante 6	★ Aristotelia chilensis	■ Fraxinus ornus	◆ Liriodendron tulipifera	● Platanus x acerifolia	● Quercus robur	▲ Quercus suber	● Quillaja saponaria
<b>Inventario de árboles</b>	● Crinodendron patagua	● Grevillea robusta	◆ Luma chequen	▲ Populus alba	● Quercus nigra	● Rhododendron sp	● Schinus molle
+ Acacia dealbata	● Cryptocarya alba	◆ Jacaranda mimosifolia	◆ Maytenus boaria	★ Populus deltoides	● Prunus cerasifera	● Tamarix chilensis	● Ulmus americana
● Acer negundo	● Cupressus arizonica	● Juglans regia	● Morus nigra	■ Populus nigra	● Quercus ilex		
● Acer palmatum	● Cupressus macrocarpa	■ Koelreuteria paniculata	◆ Persea americana	● Quercus nigra			
● Acer pseudoplatanus	★ Drimys winteri	◆ Ligustrum lucidum	★ Persea lingue				
○ Ailanthus altissima	● Erythrina umbrosa	● Liquidambar styraciflua	▲ Phytolacca dioica				
	● Fraxinus excelsior						

FIGURA DE ANEXO 7:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 7, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.

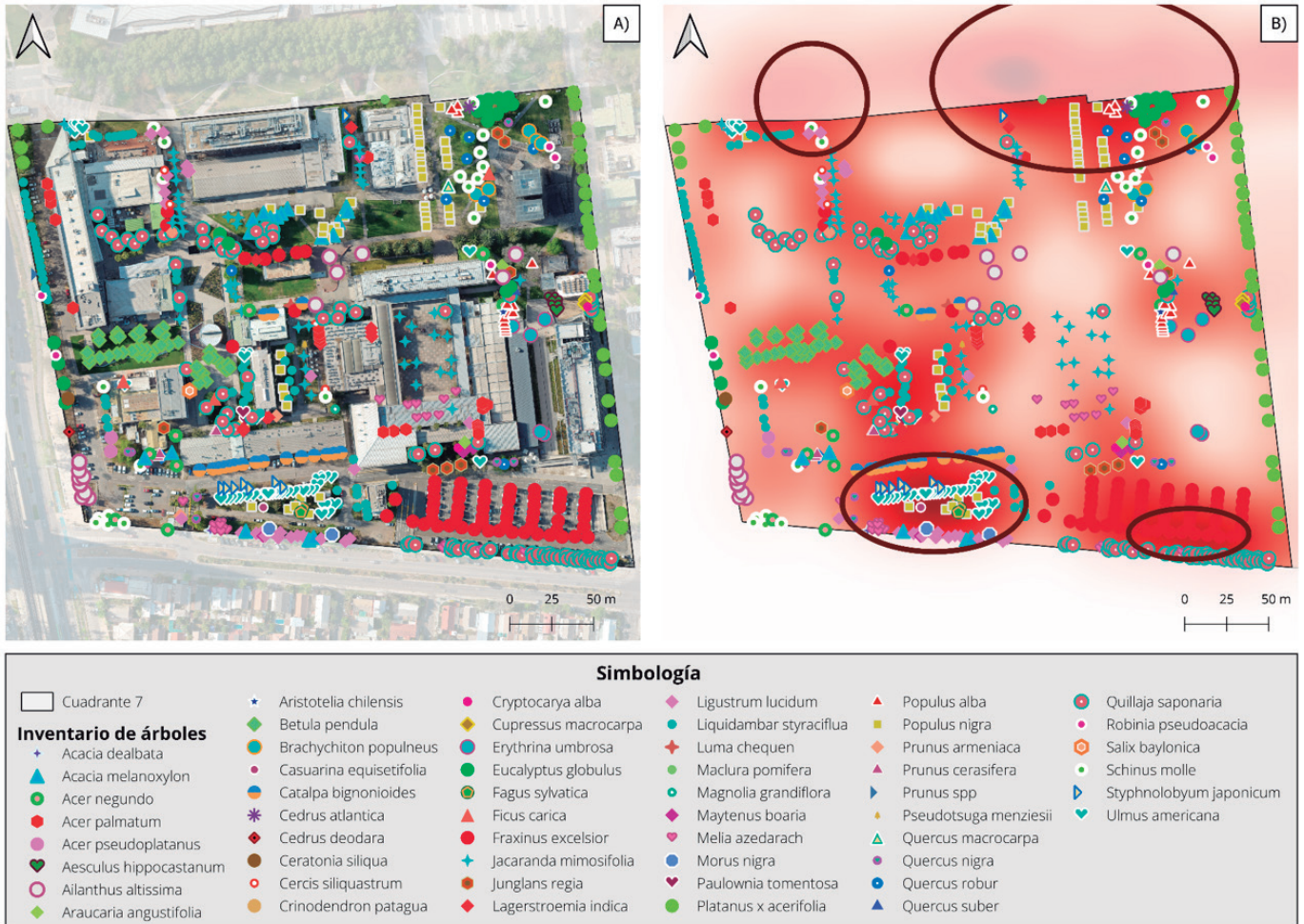
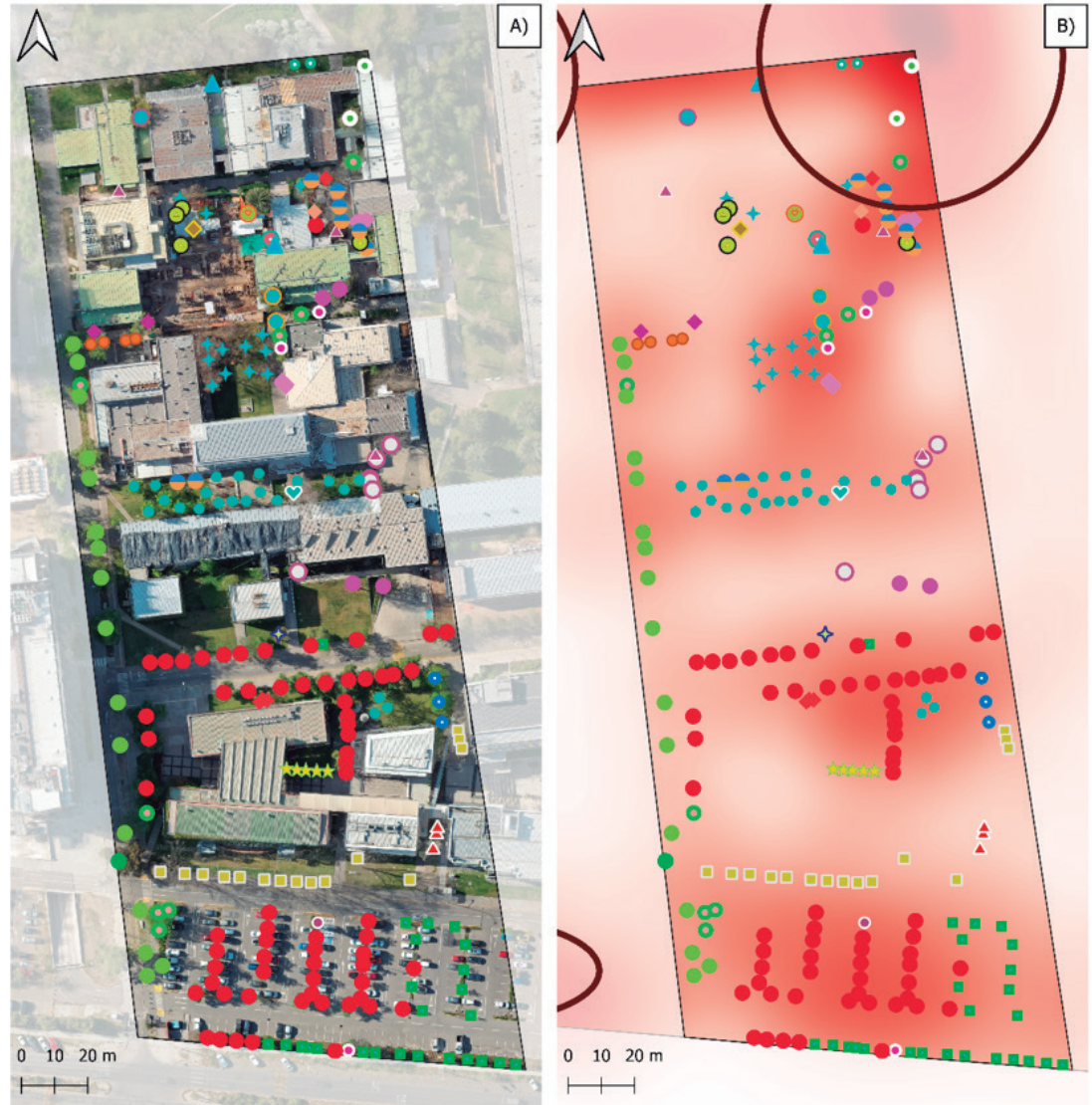


FIGURA DE ANEXO 8:

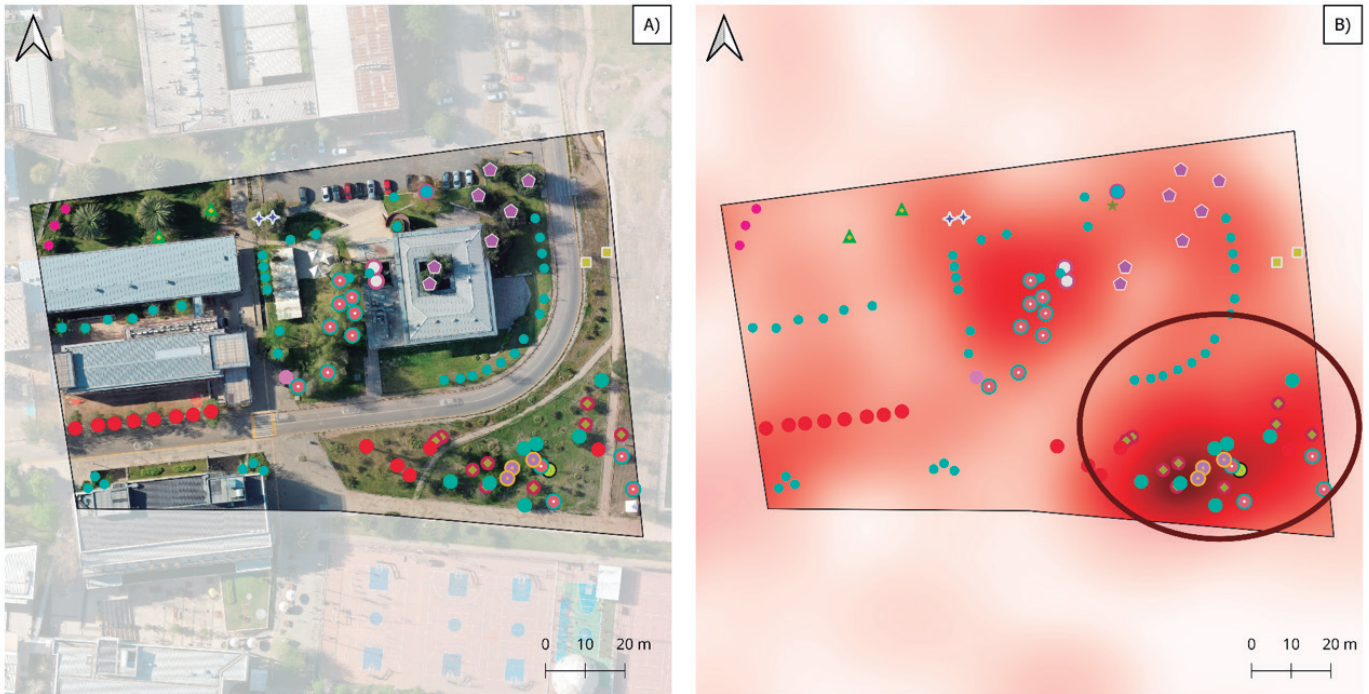
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 8, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología			
Cuadrante 8	Citrus limon	Grevillea robusta	Populus nigra
<b>Inventario de árboles</b>	Citrus x sinensis	Jacaranda mimosifolia	Prunus armeniaca
Acacia melanoxylon	Cupressus macrocarpa	Lagerstroemia indica	Prunus cerasifera
Acacia retinodes	Erythrina umbrosa	Ligustrum lucidum	Quercus robur
Acer negundo	Eucalyptus globulus	Liquidambar styraciflua	Quillaja saponaria
Ailanthus altissima	Ficus elastica	Magnolia grandiflora	Robinia pseudoacacia
Brachychiton populneus	Fraxinus excelsior	Maytenus boaria	Schinus molle
Casuarina equisetifolia	Fraxinus ornus	Platanus x acerifolia	Ulmus americana
Catalpa bignonioides	Gleditsia triacanthos	Populus alba	

FIGURA DE ANEXO 9:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 9, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



Simbología				
Cuadrante 9	Ailanthus altissima	Fraxinus excelsior	Populus nigra	Schinus polygamus
<b>Inventario de árboles</b>	Citrus limon	Liquidambar styraciflua	Quercus ilex	Senna candolleana
Acacia dealbata	Cryptocarya alba	Persea lingue	Quillaja saponaria	Schinus latifolius
Acer pseudoplatanus	Erythrina umbrosa	Phytolacca dioica		

FIGURA DE ANEXO 10:

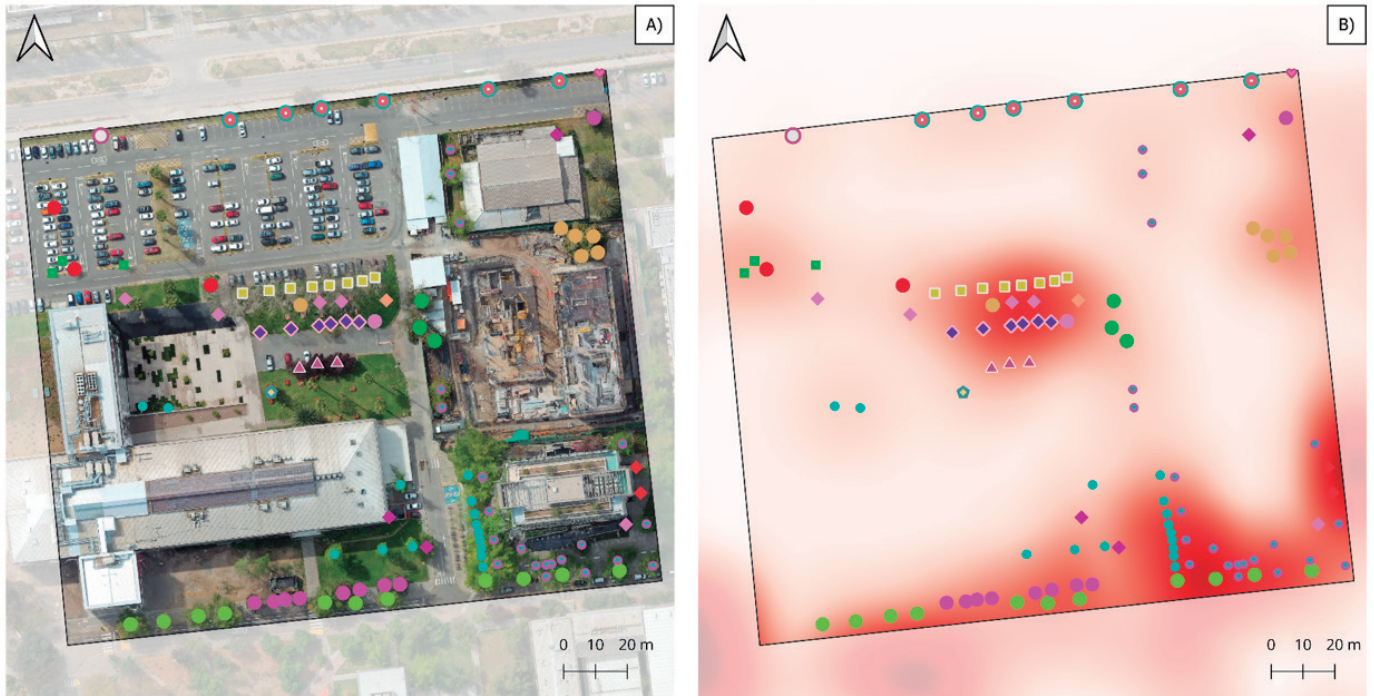
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 10, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



Inventario de árboles		Simbología			
□ Cuadrante 10	● Cryptocarya alba	● Magnolia grandiflora	▲ Populus alba	● Quercus robur	
◆ Bauhinia candicans	● Erythrina umbrosa	* Parkinsonia aculeata	■ Populus nigra	▲ Quercus suber	
■ Brachychiton acerifolius	● Fraxinus excelsior	◆ Persea americana	▲ Prunus cerasifera	● Quillaja saponaria	
● Brachychiton populneus	● Grevillea robusta	● Platanus x acerifolia	● Quercus nigra	● Robinia pseudoacacia	
	◆ Ligustrum lucidum				

FIGURA DE ANEXO 11:

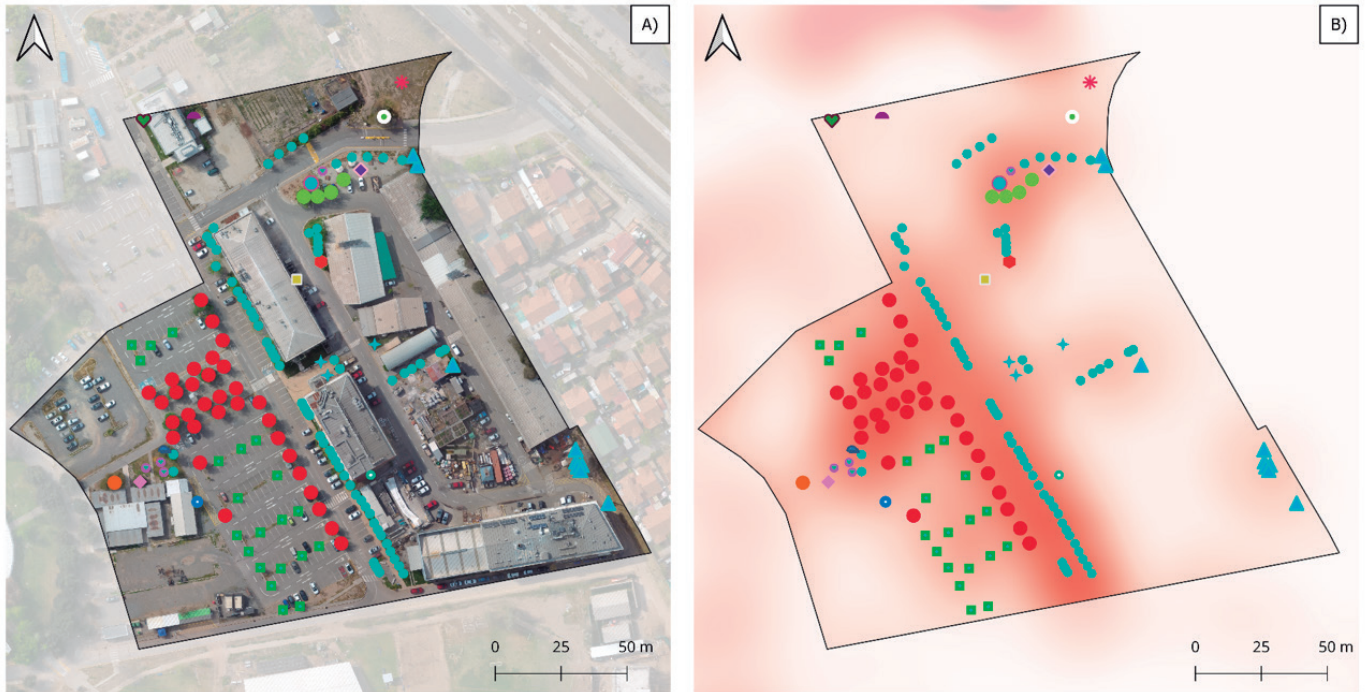
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 11, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio.



Simbología				
Cuadrante 11	Eucalyptus globulus	Ligustrum lucidum	Melia azedarach	Prunus cerasifera
<b>Inventario de árboles</b>	Fraxinus excelsior	Liquidambar styraciflua	Platanus x acerifolia	Quercus nigra
Acer pseudoplatanus	Fraxinus ornus	Liriodendron tulipifera	Populus nigra	Quillaja saponaria
Ailanthus altissima	Grevillea robusta	Maytenus boaria	Prunus armeniaca	Sequoia sempervirens
Crinodendron patagua	Lagerstroemia indica			

FIGURA DE ANEXO 12:

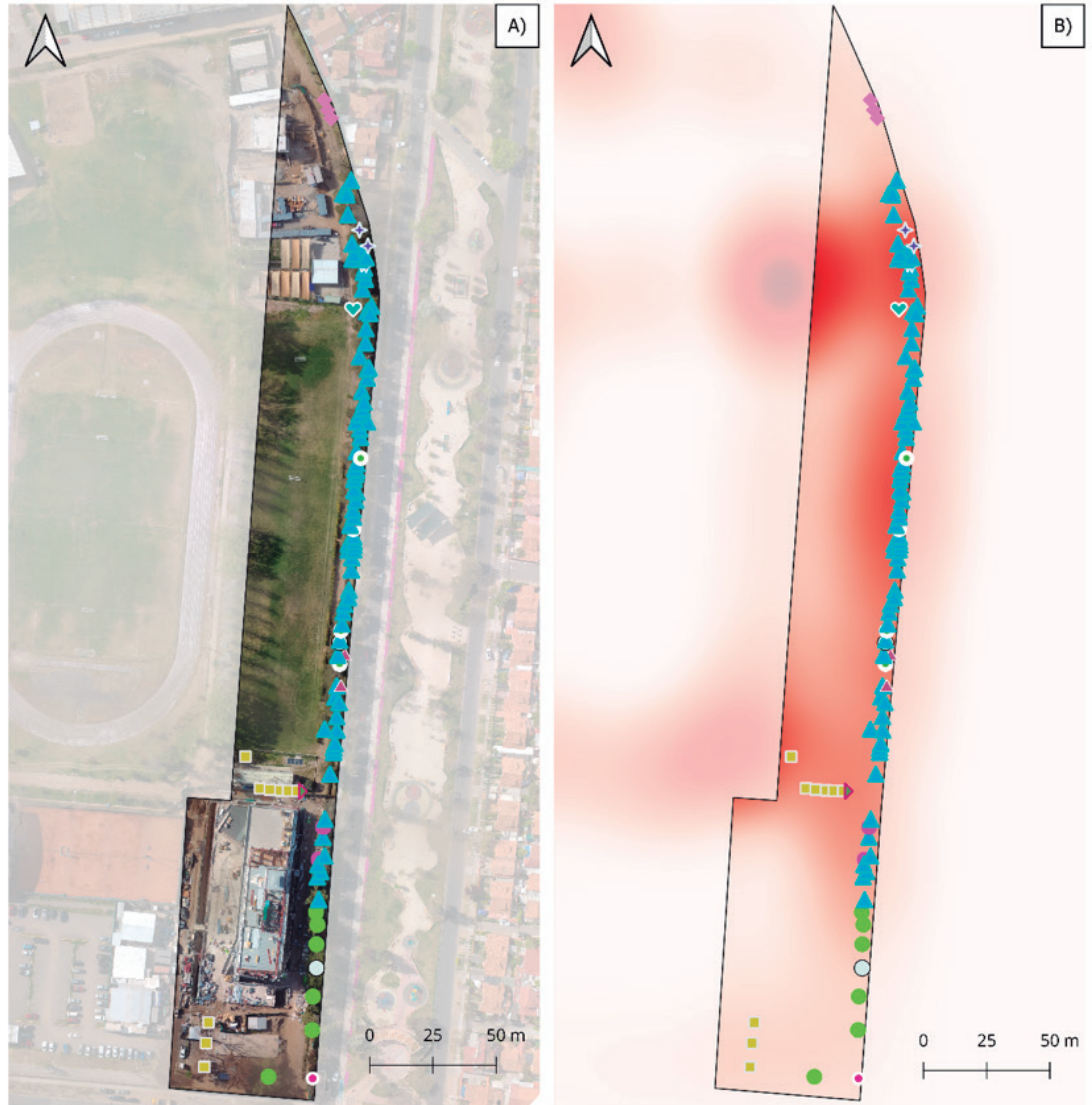
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 12, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



Inventario de árboles		Simbología			
□ Cuadrante 12	♥ Aesculus hippocastanum	✦ Jacaranda mimosifolia	● Magnolia grandiflora	● Prunus persica	
● Acacia caven	● Aextoxicon punctatum	◆ Ligustrum lucidum	* Parkinsonia aculeata	● Quercus nigra	
▲ Acacia melanoxylon	● Erythrina umbrosa	● Liquidambar styraciflua	● Platanus x acerifolia	● Quercus robur	
● Acer palmatum	● Fraxinus excelsior	◆ Liriodendron tulipifera	■ Populus nigra	○ Schinus molle	
	■ Fraxinus ornus				

FIGURA DE ANEXO 13:

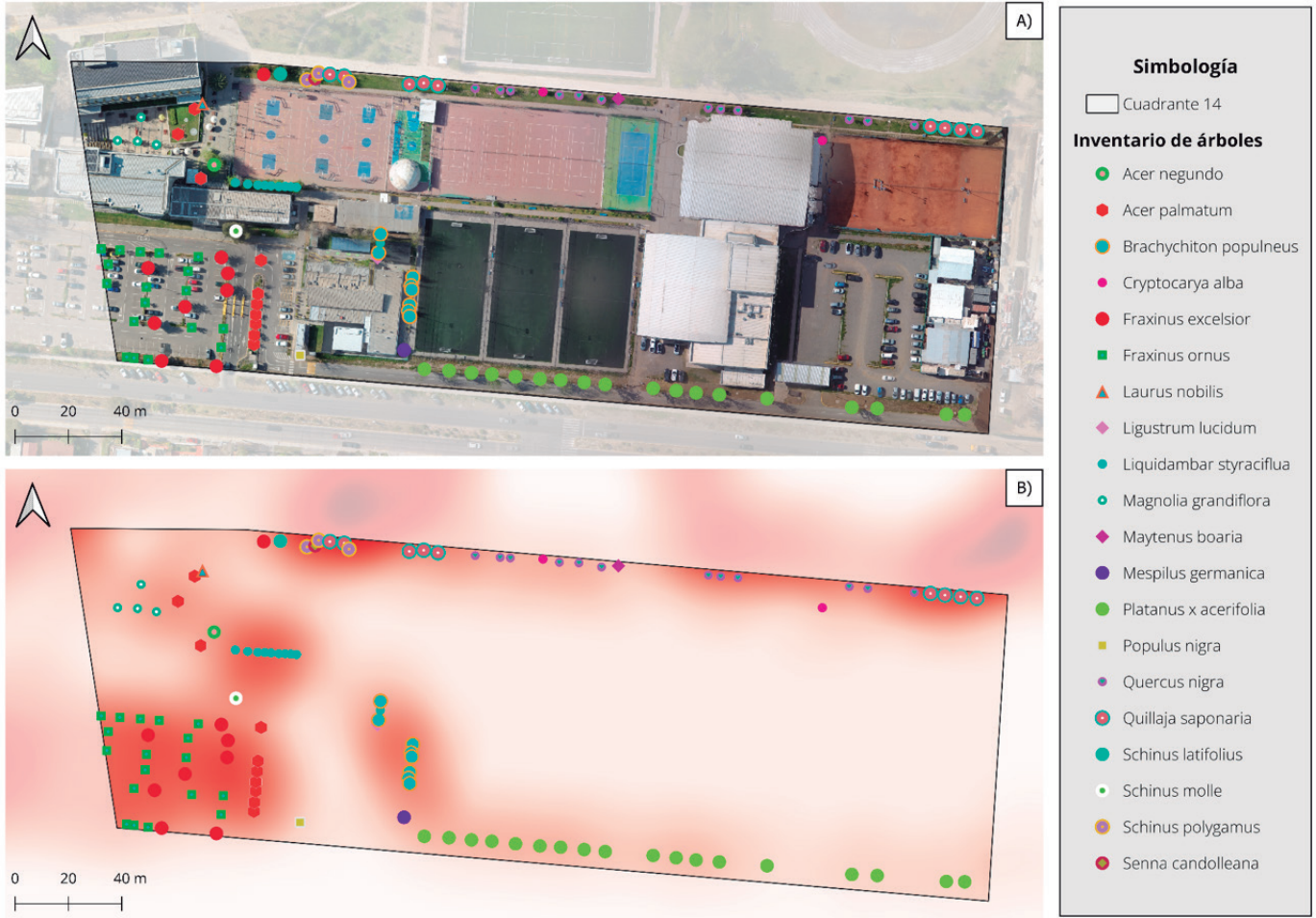
A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 13, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



Simbología		
Cuadrante 13	Grevillea robusta	Prunus cerasifera
<b>Inventario de árboles</b>	Ligustrum lucidum	Robinia pseudoacacia
Acacia dealbata	Melia azedarach	Schinus molle
Acacia melanoxylon	Platanus x acerifolia	Ulmus americana
Elaeagnus angustifolia	Populus nigra	
Eriobotrya japonica		

FIGURA DE ANEXO 14:

A) Riqueza y distribución de los árboles en el cuadrante 14, sistema de coordenadas WGS 84 UTM 19S.  
 B) Mapa de Calor de la riqueza de especies presentes en el cuadrante. Los óvalos simbolizan las agrupaciones de especies en el área de estudio



## B. ANEXO 2: MEDICIÓN EN TERRENO

Para la medición del diámetro a la altura del pecho, conocido como DAP, se utilizó el instrumento llamado “forcípula”, por lo que para cada árbol se midió a una altura de 1,3 m desde la base del árbol. Para minimizar el error en la toma de datos, se midió el DAP en dos secciones del árbol de manera que ambas mediciones sean perpendiculares a la corteza del árbol.

Para el caso de que el árbol se encuentre bifurcado por debajo a la altura de 1,3 m, se medirá cada ramificación y se sacará un promedio entre las medidas (Figura de Anexo 15). Si es el caso de que se encuentre bifurcado sobre la altura 1,3 m, simplemente se medirá el DAP a la altura del pecho tal como se visualiza en la Figura de Anexo 16.

FIGURA DE ANEXO 15:  
Medición del DAP en caso de un árbol bifurcado debajo a la altura de 1,3 m.

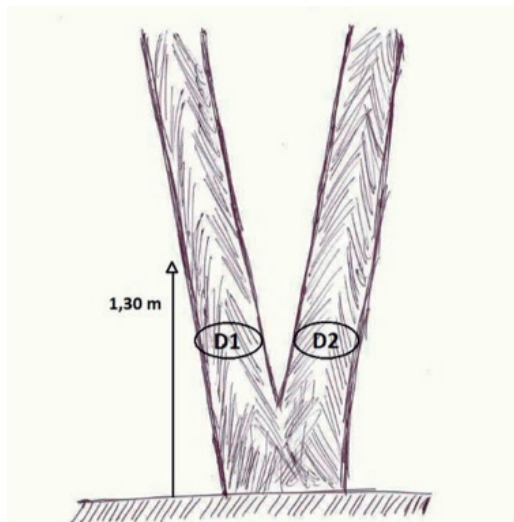
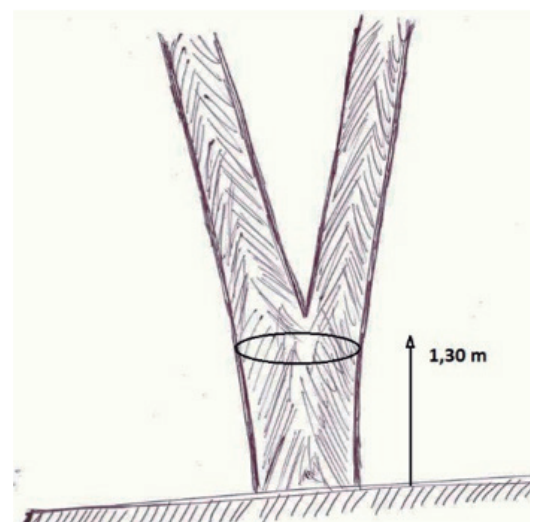


FIGURA DE ANEXO 16:  
Medición del DAP en caso de un árbol bifurcado sobre a la altura de 1,3 m.



La medición del DAP en terrenos inclinados se debe realizar la medición en la parte superior de la ladera (Figura de Anexo 17). Por otra parte, en árboles que se presenten con un fuste inclinado se mide colocando la forcípula de forma perpendicular al tronco y midiendo desde el lado del fuste donde se encuentre más en posición más cercana al suelo (Figura de Anexo 18).

FIGURA DE ANEXO 17:  
Medición del DAP en un árbol que se encuentre con pendiente.

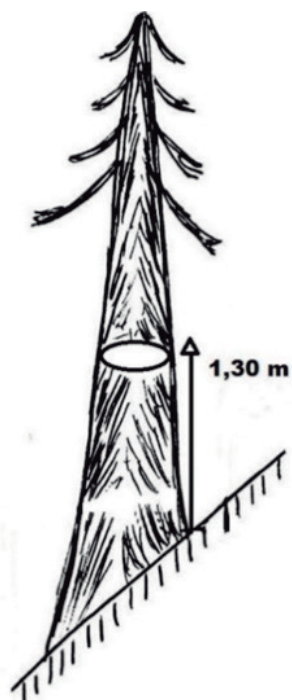
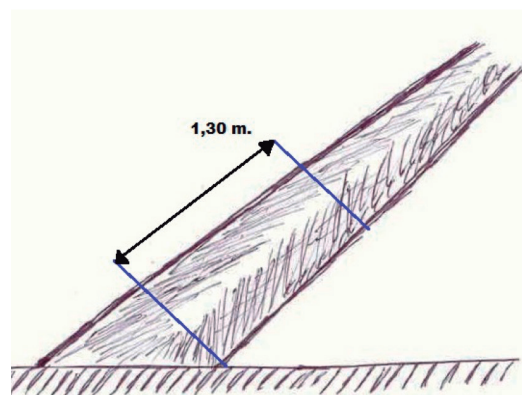


FIGURA DE ANEXO 18:  
Medición del DAP en un árbol que se encuentra inclinado.



### C. ANEXO 3: ÍNDICE DE SHANNON DE LOS SECTORES PRIORITARIOS A CONSERVACIÓN.

TABLA DE ANEXO 1:  
Resultados del índice de Shannon para los rectores que se determinaron por el mapa de calor de la riqueza de especies de la Figura 7

Sector	Superficie (ha)	Índice de Shannon
Biohuerto y Vivero <i>dombeyi</i>	0,37	3,03
Estacionamiento Facultad Ingeniería	0,17	0,85
Estacionamiento Ingeniería Mecánica, Metalúrgica y Transporte	0,50	2,20
Huerto San Francisco	0,32	2,17
Patio interior 3: Facultad Agronomía e Ingeniería Forestal	0,22	2,20
Patio Construcción Civil y Enfermería	1,52	2,83
Patio de la Facultad de Química y Farmacia, y Biblioteca San Joaquín	0,66	2,71
Patio delantero Ingeniería Geotécnica y Estructural	0,34	2,17
Pileta Central	0,57	1,48
Reforestación nativa: Sector Deportes	0,31	1,30
Vermicampus	0,11	0,57



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE



Sistema  
Georreferenciado  
Arbóreo

*Campus San Joaquín*

