

LABO RATORIO VE GETAL

A stylized yellow plant graphic on the right side of the page. It features a vertical stem with a horizontal branch at the top, a curved branch in the middle, and a horizontal branch at the bottom. A yellow leaf is at the top, and another is at the bottom. A small blue bird with a yellow beak and a green patch on its back is perched on the middle curved branch.

INF-EYP-015

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: otoño 2023

**Estudiar la naturaleza no es entrar en un museo,
sino en un taller de creación.”
*Antoine de Saint-Exupéry***

El Laboratorio Vegetal Las Salinas se ha transformado en un espacio vivo donde la ciencia, la naturaleza y la ciudad se encuentran para generar aprendizajes únicos. Lo que comenzó como una iniciativa experimental, hoy se consolida como un referente de cómo los ecosistemas nativos pueden adaptarse y prosperar en un entorno urbano. Cada nueva medición no solo refleja el aumento de volumen vegetal o la variación en la biodiversidad, sino que también evidencia la capacidad del territorio para regenerarse y aportar beneficios ambientales y sociales. En un contexto de creciente preocupación por la sostenibilidad urbana, este laboratorio constituye una demostración concreta de que es posible construir paisajes resilientes, capaces de ofrecer hábitat a especies locales, mejorar la calidad ambiental y fortalecer el vínculo entre las comunidades y su entorno.

Más allá de los resultados cuantitativos, el Laboratorio Vegetal representa un proceso colectivo y un compromiso de largo plazo. Su evolución ha sido acompañada por la observación constante, la incorporación de tecnologías de monitoreo y el desarrollo de indicadores propios que permiten comprender de mejor manera la relación entre volumen vegetal, diversidad y resiliencia ecológica. Esta mirada integral lo convierte no solo en un espacio de investigación, sino en un modelo replicable para la planificación de ciudades más verdes y sostenibles. Cada ciclo estacional registrado es un capítulo más en la historia de un proyecto que busca trascender lo local para inspirar nuevas formas de pensar el desarrollo urbano, situando a la biodiversidad en el centro de la vida comunitaria.

Atentamente,
Equipo Las Salinas

INFORME OTOÑO 2023



Fotografía: S. Donghi

Fotografía de portada: Una Loica (*Sturnella loica*) y una Tenca (*Mimus thenca*) en enrejado del Laboratorio Vegetal, otoño 2023. Fotos S. Donghi.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. METODOLOGÍA.....	3
3.1. OBTENCIÓN DE ORTOMOSAICO DE ALTA RESOLUCIÓN	3
3.2. VALOR DE IMPORTANCIA VEGETAL (VI)	4
3.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PIELOU (J') EN LAS PARCELAS CENSALES DEL LABORATORIO VEGETAL (LV).....	4
3.3. INDICADOR DE CRECIMIENTO	5
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
5. CONCLUSIÓN	12
6. BIBLIOGRAFÍA.....	14
7. ANEXO METODOLÓGICO	18
7.1. OBTENCIÓN DEL ORTOMOSAICO DE ALTA PRECISIÓN	18
7.1.1 <i>Materiales</i>	18
7.1.2 <i>Parametrización</i>	18
7.1.3 <i>Visualización por parcela del modelo tridimensional</i>	18
7.2. VALOR DE IMPORTANCIA (VI)	19
7.3. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PIELOU DEL LABORATORIO VEGETAL (LV)	19
7.4. INDICADOR DE CRECIMIENTO	20
8. ANEXO DE RESULTADOS	22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VALORES DE VOLUMEN VEGETAL POR ESPECIE EN CADA PARCELA CENSADA DURANTE EL PERÍODO DE OTOÑO-2023.....	6
TABLA 2: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) PARA CADA ESPECIE PRESENTE EN EL LV DURANTE EL PERÍODO OTOÑO. 2023	7
TABLA 3: ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN.....	8
TABLA 4: ÍNDICE DE CRECIMIENTO ALCANZADO EN BASE AL VOLUMEN VEGETAL DURANTE LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN	9
TABLA 7: EQUIPOS UTILIZADOS Y SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.....	18
TABLA 6: VOLÚMENES Y VI REGISTRADOS EN CADA PERÍODO DE ANÁLISIS	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: VARIACIÓN DEL VOLUMEN VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	10
GRÁFICO 2: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) POR ESPECIE VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	11
GRÁFICO 3: VARIACIÓN DEL ÍNDICE J' DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11
GRÁFICO 4: COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11
GRÁFICO 5: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE QZ Y Δ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	12

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1.....	5
ECUACIÓN 1.....	19
ECUACIÓN 2.....	20
ECUACIÓN 3.....	20
ECUACIÓN 4.....	20
ECUACIÓN 5.....	20
ECUACIÓN 6.....	21
ECUACIÓN 7	21

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha habido un creciente interés y reconocimiento de los beneficios que pueden proporcionar los parques urbanos para la salud y el bienestar de las comunidades. Los parques silvestres urbanos, en particular, son espacios naturales dentro de las áreas urbanas que se han diseñado y conservado para promover la biodiversidad y proporcionar un hábitat para la fauna y flora locales.

Uno de los avances más destacados en los parques silvestres urbanos es su diseño centrado en la sostenibilidad y la conservación de los ecosistemas locales. Se están implementando estrategias de diseño que incluyen la maximización de la vegetación nativa, la creación de hábitats adecuados para especies nativas y la minimización de la huella ecológica de la infraestructura dentro del parque. Esto se logra mediante la utilización de materiales sostenibles, el uso eficiente del agua y la energía, y la promoción de prácticas de gestión del paisaje respetuosas con el medio ambiente.

Otro avance importante es la incorporación de la tecnología en la gestión y el uso de los parques silvestres urbanos. Muchos parques están utilizando sensores y sistemas de monitoreo para recopilar datos sobre el clima, la calidad del aire y del agua, y el comportamiento de la fauna. Estos datos se utilizan para tomar decisiones informadas sobre la gestión del parque y para proporcionar información en tiempo real a los visitantes sobre las condiciones del parque y las actividades disponibles.

Además, se están implementando estrategias innovadoras para aumentar la participación y el compromiso de la comunidad en la gestión de los parques silvestres urbanos. Esto incluye la creación de programas de voluntariado, la educación ambiental y la organización de eventos y actividades comunitarias en el parque. Estas iniciativas fomentan la conexión de las personas con la naturaleza y crean un sentido de propiedad y cuidado del parque por parte de la comunidad local.

La planificación y el diseño inclusivos también han ganado importancia en el desarrollo de parques silvestres urbanos. Se están destinando esfuerzos para asegurar que los parques sean accesibles para todas las personas, independientemente de su edad, género, capacidad física o socioeconómica. Esto incluye la incorporación de senderos accesibles, áreas de juegos inclusivas y la consideración de las necesidades de diferentes grupos de usuarios en el diseño de instalaciones y servicios dentro del parque.

Por último, el fomento de la investigación y la colaboración en la gestión de los parques silvestres urbanos ha sido un avance significativo. Se están estableciendo alianzas entre organizaciones gubernamentales, no gubernamentales, académicas y comunitarias para compartir conocimientos, recursos y mejores prácticas en la conservación y gestión de los parques. Esto ha llevado a una mayor comprensión y promoción de la importancia de los parques silvestres urbanos en la mitigación del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la mejora de la calidad de vida de las comunidades.

En resumen, los últimos avances en parques silvestres urbanos se centran en el diseño sostenible, la incorporación de tecnología, la participación comunitaria, la planificación inclusiva y la colaboración en la gestión. Estos avances están impulsando la creación de espacios naturales dentro de las áreas urbanas que promueven la biodiversidad, mejoran la calidad de vida de las comunidades y fomentan la conexión de las personas con la naturaleza.

Bajo esta lógica, se ha desarrollado el Laboratorio Vegetal Las Salinas. Los distintos estudios realizados han apuntado a demostrar la sostenibilidad de los espacios silvestres en los contextos urbanos. Es así como el control del aumento del volumen vegetal, la disminución del aporte hídrico para su desarrollo, la constatación de una mayor interacción de polinizadores respecto a los espacios verdes tradicionales y el desarrollo de un índice que incluye la biodiversidad vegetal dan cuenta de la factibilidad de estos espacios como una propuesta factible de conexión constante de los ciudadanos con ecosistemas nativos.

El presente informe comunica el estado del volumen vegetal alcanzado por el Laboratorio Vegetal hasta el otoño de 2023, constando además las especies que más aportan a su desarrollo, así como cuál es la combinación de especies vegetal que son capaces de alcanzar una mayor biodiversidad.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Informar de la evolución estacional del laboratorio vegetal mediante la aplicación del índice de crecimiento desarrollado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Cuantificar el estado de desarrollo del LV-ILS mediante la aplicación del índice de crecimiento δ .
- 2.2.2 Evidenciar los porcentajes de volumen vegetal alcanzado por todas las especies vegetales que conforman el LV-LS durante el período de primavera del 2020.
- 2.2.3 Cuantificar el estado de desarrollo mediante la aplicación de índices de biodiversidad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Obtención de Ortomosaico de alta resolución

La información del área de estudio fue levantada el 27 de marzo de 2023. La medición en terreno incluyó desde la instalación de puntos de control de terreno (GCP del inglés Ground Control Points), hasta la evaluación de las condiciones atmosféricas y de interferencia para determinar la modalidad final de vuelo.

La obtención del ortomosaico de alta resolución se realiza en base a la obtención de una nube de puntos densa que reflejará las propiedades tridimensionales del área de estudio y que da origen al modelo tridimensional. A partir de él se determinan los volúmenes de cada especie presente en las parcelas censales.

Esta metodología consideró la utilización de equipos y recursos informáticos que se especifican en la Tabla 5 del ANEXO METODOLÓGICO, sobre los cuales se ajustaron diferentes parámetros, acorde a las condiciones del terreno, los que consistieron en; determinación de la altura de vuelo, solape frontal y lateral, dirección y velocidad de vuelo.

Los GCP fueron medidos con un GPS geodésico de alta precisión “Hemisphere S320”, de modo de minimizar el error de las coordenadas en la superficie levantada.

El vuelo efectuado generó 630 imágenes, las cuales fueron ingresadas al software Agisoft Metashape donde se validaron con los GCP y se obtuvo el ortomosaico y el Modelo Digital de Elevación (MDE). A partir de este, producto se realizó el cálculo volumétrico de las especies vegetales mediante la técnica de fotointerpretación la cual fue contrastada con las cartografías de las parcelas censales validadas por registros censales tomados en controles anteriores.

La precisión metodológica se presenta en el punto 7.1 “Obtención del Ortomosaico de Alta Precisión”

3.2. Valor de importancia vegetal (VI)

Para evaluar el desarrollo alcanzado por cada especie vegetal, asociada a su condición de permanencia, se determinó el VI de cada una de las especies vegetal presentes en las parcelas censales a partir del volumen total de cada una de las especies presentes en el área de estudio. Esto se realizó mediante el cálculo de frecuencias y volúmenes relativos de cada especie presentes en las parcelas censales (Wikum & Shanholtzer G.F., 1978). La precisión metodológica se presenta en el punto 7.2 “Valor de importancia (VI)” del anexo.

3.2. Determinación del índice de Pielou (J') en las parcelas censales del Laboratorio Vegetal (LV)

Para conocer cuál es la equidad vegetal de cada una de las parcelas censales, se calculó previamente el Índice de Shannon-Wiener (H'). Luego se determinó cuál era el valor máximo que alcanza este índice (H'_{max}), para finalmente determinar J' , el cual se obtiene a partir del cociente entre el valor obtenido para el H' y el H'_{max} . La precisión metodológica está contenida en el punto 7.3 “Determinación del índice de Pielou del Laboratorio Vegetal (LV)” del anexo.

3.3. Indicador de crecimiento

Para determinar la cantidad de vegetación ambientalmente activa por unidad de superficie de terreno afectado se trabajó con el índice propuesto en el INF-EYP-006-ANEXO, el que considera el volumen de cobertura alcanzado por cada parcela censada y la abundancia de especies (S) presentes según la siguiente ecuación:

$$\delta = \left[\sum_{i=1}^n q_z \right] \kappa \quad \text{Ecuación 1}$$

La especificación de la Ecuación 1 se presenta en el punto 7.4 “Indicador de crecimiento” del anexo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las mediciones realizadas en otoño de 2023, es posible constatar que el volumen vegetal total aumentó respecto a la medición realizada en otoño de 2022 (INF-EYP-014) de 130,8 m³ a 140,9 m³ ($\sum m^3$ de Tabla 2). Lo que se traduce en un incremento de 10 m³, equivalente a un crecimiento del 7,7 %.

Las especies que presentaron un mayor aumento del volumen vegetal en otoño de 2023 son: *Baccharis macraei* que incrementó su volumen de 37,6 m³ a 50,8 m³; *Schinus latifolius*, que aumentó de 28,8 m³ a 33,9 m³; *Solanum maritimum* de 1,0 m³ a 3,2 m³ y *Flourenzia thurifera*, de 0,3 m³ a 1,9 m³ (Gráfico 1). Esto que corresponde a un aumento de 13,2; 5,1; 2,2 y 1,7 m³ respectivamente.

Dentro de las especies que incrementaron su volumen vegetal en menor medida, se encuentran: *Oxalis gigantea*, *Puya sp.* y *Alstroemeria pelegrina*. De manera contraria, las especies *Lobelia excelsa*, *Eryngium paniculatum*, *Bahia ambrosioides* y *Haplopappus foliosus* muestran disminuciones en su volumen de 4,3; 2,4; 1,7 y 1,5 m³ respectivamente.

Respecto a los valores de VI, se puede observar que las especies *B. macraei* y *S. latifolius* presentan valores mayores a otras especies, sin embargo, estos valores muestran un descenso sostenido respecto a las mediciones de otoño 2021 y otoño 2022.

Respecto a *F. thurifera*, se puede observar que su volumen vegetal había presentado un descenso entre otoño de 2021 y 2022, sin embargo, en otoño 2023 aumentó su volumen aproximadamente 7 veces

respecto a la medición anterior (de 0,29 a 1,98 m³). En cuanto a *S. caudata*, esta especie mantiene un descenso sostenido en su volumen según las mediciones de otoño 2021, 2022 y 2023, cuyos registros son de 2,1; 1,6 y 0,1 m³ respectivamente.

Tabla 1: Valores de volumen vegetal por especie en cada parcela censada durante el período de otoño-2023

N°	N. científico	Hábito	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
			m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,207
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	9,507	2,577	9,438	2,685	6,504	3,656	10,186	3,933	2,286
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	1,020	0,970	0,341	0,000	0,000	0,251	0,221
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	0,000	0,169	0,822	0,174	0,230	0,652	0,139	1,934	0,585
7	<i>Escallonia pulvulenta</i>	Fanerófito	0,000	0,000	5,165	2,339	0,000	0,000	0,000	0,000	0,735
8	<i>Flourencia thurifera</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,000	0,000	1,984	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfito	1,889	7,288	0,000	1,642	1,399	1,023	0,005	1,223	3,672
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,269	0,000
13	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	1,274	0,000	3,110	2,093	2,356	0,000	0,000
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfito	0,146	0,000	0,628	0,000	0,355	0,000	0,000	0,367	0,000
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	0,023	0,337	1,642	0,782	0,720	0,304	0,729	0,062	0,000
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,673	0,000	0,331
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,000	0,050	0,482	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	2,644	4,975	0,000	1,745	0,000	19,466	4,159	0,922	0,000
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	<i>Solanum maritimum</i>	Terófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,195	0,073	1,015	0,000	1,901
26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	0,000	0,002	0,025	0,000	0,000	0,042	0,058	0,000	0,013
ni			14,208	15,398	20,564	10,354	14,837	27,310	19,319	8,960	9,952
N			5	7	10	8	9	8	9	8	9
vol T			14,208	15,398	20,564	10,354	14,837	27,310	19,319	8,960	9,952
prom			0,546	0,592	0,791	0,398	0,571	1,050	0,743	0,345	0,383
varianza			3,728	3,021	4,246	0,635	2,010	14,783	4,571	0,750	0,784

Tabla 2: Valor de Importancia (VI) para cada especie presente en el LV durante el período otoño. 2023

N°	N. científico	Hábito	Σm^3	f	f relat	cobs abs	cobs relat	V.I.
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófita	0,207	1	11,1%	0,014	0,21	0,001
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	50,772	9	100,0%	0,123	50,77	0,360
3	<i>Bahia ambrasioides</i>	Nanofanerófito	2,803	5	55,6%	0,068	2,80	0,020
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Hemicriptófito	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	4,704	8	88,9%	0,110	4,70	0,033
7	<i>Escallonia pulvulenta</i>	Fanerófito	8,239	3	33,3%	0,041	8,24	0,058
8	<i>Flourenzia thurifera</i>	Nanofanerófito	1,984	1	11,1%	0,014	1,98	0,014
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfita	18,141	8	88,9%	0,110	18,14	0,129
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfita	0,269	1	11,1%	0,014	0,27	0,002
13	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Geófita	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	8,833	4	44,4%	0,055	8,83	0,063
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,068	1	11,1%	0,014	0,07	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfita	1,496	4	44,4%	0,055	1,50	0,011
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófita	4,598	8	88,9%	0,110	4,60	0,033
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	1,004	2	22,2%	0,027	1,00	0,007
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,548	3	33,3%	0,041	0,55	0,004
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	33,911	6	66,7%	0,082	33,91	0,241
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófita	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófita	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófita	0,000	0	0,0%	0,000	0,00	0,000
25	<i>Solanum maritimum</i>	Terófito	3,184	4	44,4%	0,055	3,18	0,023
26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	0,140	5	55,6%	0,068	0,14	0,001
VOLUMEN TOTAL ALCANZADO			140,902					

El volumen vegetal total de las parcelas censales continúa aumentando en el tiempo, siendo, en este periodo, las parcelas P7, P4 y P8 las que más han contribuido a esta alza, seguidas de P3 y P6 (valores “ni” en Tabla 1). Se puede observar que la parcela P4 superó levemente a P8 respecto a la última medición.

Al igual que en otoño de 2022, se puede observar que en otoño de 2023 las parcelas con mayor volumen vegetal contrastan diametralmente con índices de J' más bajos (

Gráfico 3 y Tabla 3), es decir, son parcelas en donde existe una menor uniformidad en la proporción de diversidad observada. Lo contrario ocurre con las parcelas P5, P9 y P10, las cuales presentan los índices J' más elevados, sin embargo, sus volúmenes vegetales son los más bajos.

El sostenido desarrollo del volumen vegetal en el Laboratorio permite el alza sostenida del índice δ , el cual incrementó de 0,41 a 0,45, tal como se aprecia en el Gráfico 5 y Tabla 4.

Tabla 3: Índices de biodiversidad obtenidos en los distintos períodos de medición

PERÍODO	ÍNDICES	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
oto-2018	ni	18,04	18,974	21,5989	18,4753	16,3186	20,4409	18,7118	17,4602	17,0994
	N	10	9	14	15	14	13	19	14	13
	H'	-2,65	-2,4093	-2,8544	-3,0665	-2,6456	-2,3921	-3,1599	-2,861	-2,7168
	H'max	3,32	3,16993	3,80735	3,90689	3,80735	3,70044	4,24793	3,80735	3,70044
	J	0,80	0,76004	0,74971	0,7849	0,69487	0,64643	0,74387	0,75143	0,73419
pri-2018	ni	27,58	24,4209	30,8878	29,8273	26,1307	27,4223	26,4227	25,7743	27,279
	N	11,00	11,00	14,00	14,00	13,00	13,00	17,00	14,00	12,00
	H'	-2,66	-2,8894	-2,9152	-2,9681	-3,0104	-2,9906	-3,4541	-3,262	-2,8787
	H'max	3,46	3,45943	3,80735	3,80735	3,70044	3,70044	4,08746	3,80735	3,58496
	J	0,77	0,83521	0,76567	0,77956	0,81352	0,80818	0,84504	0,85677	0,80299
ver-2019	ni_a	35,44	31,5029	39,7127	38,4721	33,6239	35,3747	33,782	33,2488	35,0485
	N_a	11,00	11,00	14,00	14,00	13,00	13,00	17,00	14,00	12,00
	H'_a	-2,65	-2,89	-2,90	-2,97	-3,00	-2,99	-3,43	-3,26	-2,87
	H'max_a	3,46	3,46	3,81	3,81	3,70	3,70	4,09	3,81	3,58
	J_a	0,77	0,84	0,76	0,78	0,81	0,81	0,84	0,86	0,80
	ni_v	19,02	26,11	24,81	30,93	22,42	32,13	27,96	28,59	40,91
	N_v	11,00	11,00	14,00	14,00	13,00	13,00	17,00	14,00	12,00
	H'_v	-2,10	-2,33	-2,35	-2,68	-2,56	-2,61	-2,89	-2,42	-2,55
	H'max_v	3,46	3,45943	3,80735	3,80735	3,70044	3,70044	4,08746	3,80735	3,58496
	J_v	0,61	0,67234	0,61635	0,70265	0,69314	0,70439	0,70598	0,63521	0,71141
oto-2019	ni	0,97	1,76	0,66	1,07	1,05	0,98	0,91	0,96	0,89

PERÍODO	ÍNDICES	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
inv-2019	N	11,00	11,00	14,00	14,00	13,00	13,00	17,00	14,00	12,00
	H'	2,45	1,28	2,77	2,84	2,96	2,9	2,78	2,67	2,7
	H'max	3,46	3,46	3,81	3,81	3,7	3,7	4,09	3,81	3,58
	J	0,71	0,37	0,73	0,75	0,8	0,78	0,68	0,7	0,75
	ni	4,75	8,65	5,33	5,95	5,85	5,84	6,26	3,13	4,60
	N	11,00	11,00	13,00	10,00	11,00	12,00	14,00	12,00	12,00
	H'	2,61	2,03	2,80	2,83	3,00	2,87	2,79	3,06	2,82
	H'max	3,46	3,46	3,70	3,32	3,46	3,58	3,81	3,58	3,58
	J	0,75	0,59	0,76	0,85	0,87	0,80	0,73	0,85	0,79
	ni	5,18	8,67	7,25	5,77	7,95	11,02	11,03	5,81	6,02
ver-2020	N	11,00	11,00	12,00	10,00	11,00	10,00	13,00	10,00	13,00
	H'	2,45	2,20	2,75	2,94	3,13	2,71	2,45	2,82	2,55
	H'max	3,46	3,46	3,58	3,32	3,46	3,32	3,70	3,32	3,70
	J	0,71	0,64	0,77	0,89	0,91	0,82	0,66	0,85	0,69
oto-inv-2020	ni	7,42	10,96	8,08	8,06	9,55	13,84	11,94	7,61	8,95
	N	10,00	10,00	11,00	10,00	11,00	10,00	13,00	10,00	12,00
	H'	2,67	1,99	2,79	3,07	3,12	2,62	2,57	2,86	2,61
	H'max	3,32	3,32	3,46	3,32	3,46	3,32	3,70	3,32	3,58
pri-2020	J	0,80	0,60	0,81	0,92	0,90	0,79	0,69	0,86	0,73
	ni	7,89	14,00	10,35	9,29	10,44	14,34	9,82	6,95	7,50
	N	11,00	8,00	12,00	9,00	11,00	10,00	14,00	11,00	11,00
	H'	2,41	1,71	2,71	2,78	2,84	2,53	2,64	3,00	2,61
ver-2021	H'max	3,46	3,00	3,58	3,17	3,46	3,32	3,81	3,46	3,46
	J	0,70	0,57	0,75	0,88	0,82	0,76	0,69	0,87	0,75
	ni	8,73	14,95	12,74	8,84	10,59	17,03	12,28	6,96	6,54
	N	9,00	8,00	11,00	10,00	11,00	10,00	13,00	11,00	11,00
oto-inv-2021	H'	2,10	1,61	2,57	2,58	2,92	2,37	2,44	2,78	2,60
	H'max	3,17	3,00	3,46	3,32	3,46	3,32	3,70	3,46	3,46
	J	0,66	0,54	0,74	0,78	0,85	0,71	0,66	0,80	0,75
	ni	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89
ver-2022	N	9,00	8,00	11,00	10,00	11,00	10,00	13,00	11,00	11,00
	H'	1,88	1,80	2,64	2,46	2,70	2,15	2,33	2,80	2,62
	H'max	3,17	3,00	3,46	3,32	3,46	3,32	3,70	3,46	3,46
	J	0,59	0,60	0,76	0,74	0,78	0,65	0,63	0,81	0,76
oto-2022	ni	12,14	12,41	12,48	9,81	12,17	18,10	18,47	5,91	9,32
	N	7,00	7,00	12,00	9,00	10,00	8,00	12,00	9,00	9,00
	H'	1,42	1,63	2,63	2,46	2,53	1,89	2,30	2,59	2,34
	H'max	2,81	2,81	3,58	3,17	3,32	3,00	3,58	3,17	3,17
oto-2023	J	0,51	0,58	0,73	0,77	0,76	0,63	0,64	0,82	0,74
	ni	13,50	13,90	18,07	12,49	11,60	24,43	19,19	6,36	11,27
	N	9,00	8,00	11,00	10,00	10,00	9,00	13,00	10,00	8,00
	H'	1,50	1,79	2,46	2,34	2,56	2,01	2,36	2,63	2,30
oto-2023	H'max	3,17	3,00	3,46	3,32	3,32	3,17	3,70	3,32	3,00
	J	0,47	0,60	0,71	0,70	0,77	0,63	0,64	0,79	0,77
	ni	14,21	15,40	20,56	10,35	14,84	27,31	19,32	8,96	9,95
	N	5,00	7,00	10,00	8,00	9,00	8,00	9,00	8,00	9,00
oto-2023	H'	1,31	1,69	2,28	2,56	2,34	1,44	1,98	2,26	2,41
	H'max	2,32	2,81	3,32	3,00	3,17	3,00	3,17	3,00	3,17
	J	0,56	0,60	0,69	0,85	0,74	0,48	0,63	0,75	0,76

Tabla 4: Índice de crecimiento alcanzado en base al volumen vegetal durante los distintos períodos de medición

	Parcelas censadas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	TOTAL	S	S'	δ
OTO-19	m³ cbtra veg.	0,97	1,76	0,66	1,07	1,05	0,98	0,91	0,96	0,89	9,25	26	26	0,0245
	qz	0,0026	0,0047	0,0017	0,0028	0,0028	0,0026	0,0024	0,0025	0,0024	0,0245			
INV-19	m³ cbtra veg.	4,75	8,65	5,33	5,95	5,85	5,84	6,26	3,13	4,60	50,36	25	26	0,1388
	qz	0,0126	0,0229	0,0141	0,0158	0,0155	0,0155	0,0166	0,0083	0,0122	0,1335			
VER-20	m³ cbtra veg.	5,18	8,67	7,25	5,77	7,95	11,02	11,03	5,81	6,02	68,71	30	26	0,2102
	qz	0,0137	0,0230	0,0192	0,0153	0,0211	0,0292	0,0293	0,0154	0,0160	0,1821			
OTO-INV-20	m³ cbtra veg.	7,42	10,96	8,08	8,06	9,55	13,84	11,94	7,61	8,95	86,40	31	26	0,2731

	qz	0,0197	0,0290	0,0214	0,0214	0,0253	0,0367	0,0316	0,0202	0,0237	0,2290			
PRI-20	m ³ cbtra veg.	7,89	14,00	10,35	9,29	10,44	14,34	9,82	6,95	7,50	90,59	31	26	0,2863
	qz	0,0209	0,0371	0,0274	0,0246	0,0277	0,0380	0,0260	0,0184	0,0199	0,2401			
VER-21	m ³ cbtra veg.	8,73	14,95	12,74	8,84	10,59	17,03	12,28	6,96	6,54	98,65	31	26	0,3118
	qz	0,0231	0,0396	0,0338	0,0234	0,0281	0,0451	0,0326	0,0184	0,0173	0,2615			
OTO-INV-21	m ³ cbtra veg.	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89	101,05	31	26	0,3194
	qz	0,0286	0,0388	0,0304	0,0223	0,0291	0,0466	0,0369	0,0170	0,0183	0,2679			
VER-22	m ³ cbtra veg.	12,14	12,41	12,48	9,81	12,17	18,10	18,47	5,91	9,32	110,82	31	26	0,3503
	qz	0,0322	0,0329	0,0331	0,0260	0,0323	0,0480	0,0490	0,0157	0,0247	0,2938			
OTO-22	m ³ cbtra veg.	13,50	13,90	18,07	12,49	11,60	24,43	19,19	6,36	11,27	130,81	31	26	0,4134
	qz	0,0358	0,0368	0,0479	0,0331	0,0307	0,0648	0,0509	0,0169	0,0299	0,3468			
OTO-23	m ³ cbtra veg.	14,21	15,40	20,56	10,35	14,84	27,31	19,32	8,96	9,95	140,90	31	26	0,4453
	qz	0,0377	0,0408	0,0545	0,0274	0,0393	0,0724	0,0512	0,0238	0,0264	0,3735			

Gráfico 1: Variación del volumen vegetal durante los controles estacionales

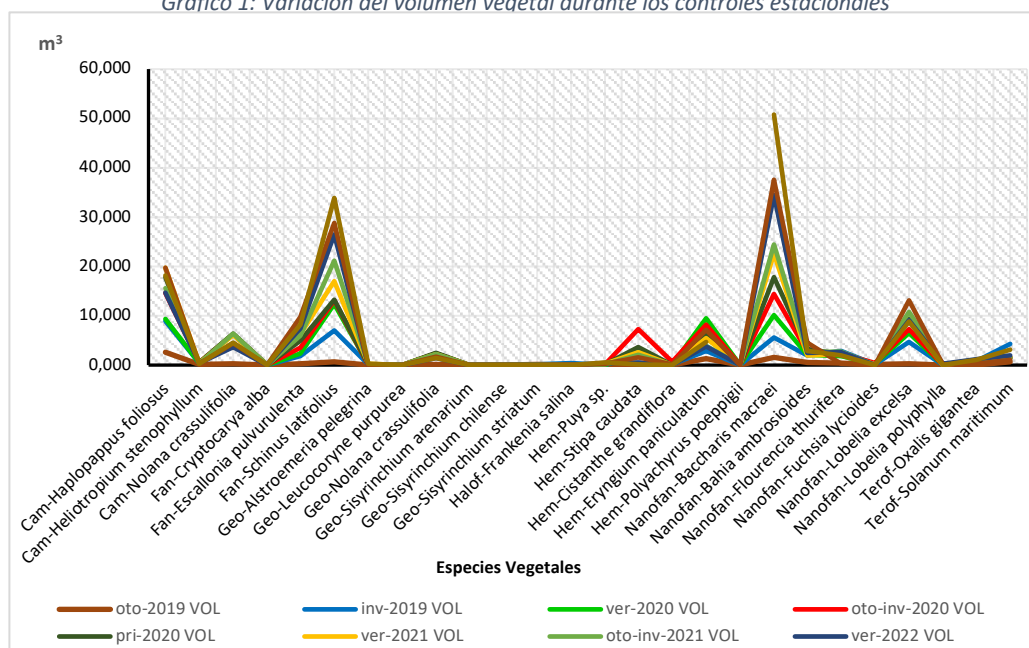


Gráfico 2: Valor de Importancia (VI) por especie vegetal durante los controles estacionales

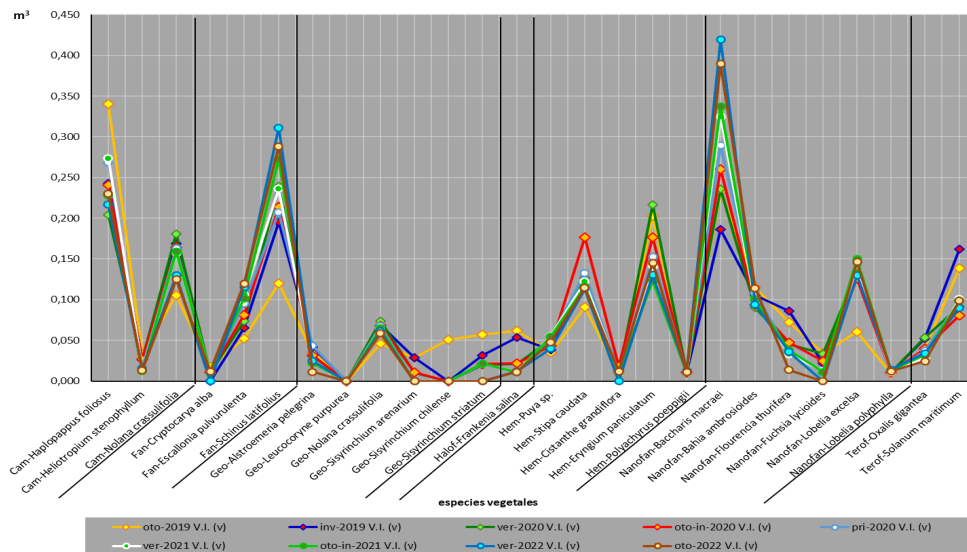


Gráfico 3: Variación del índice J' durante los controles estacionales

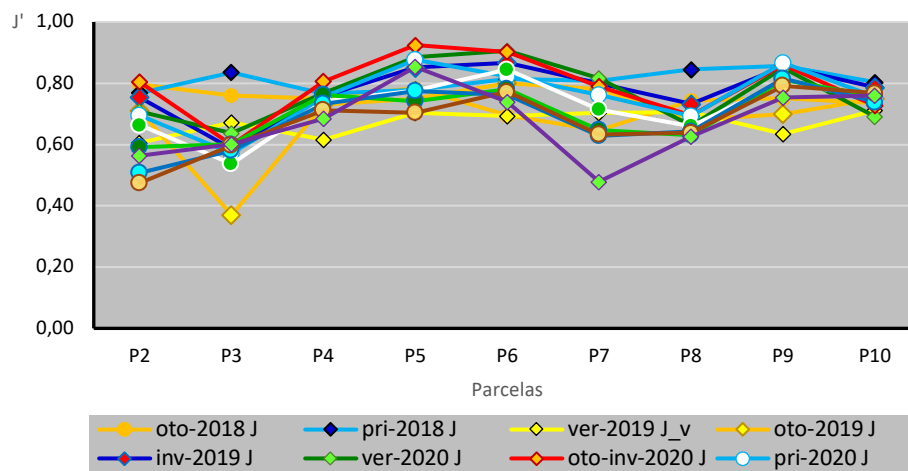


Gráfico 4: Comportamiento del índice qz durante los controles estacionales

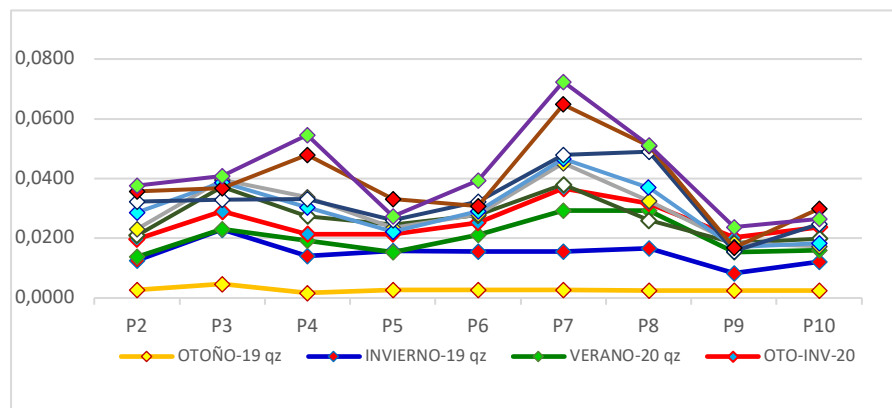
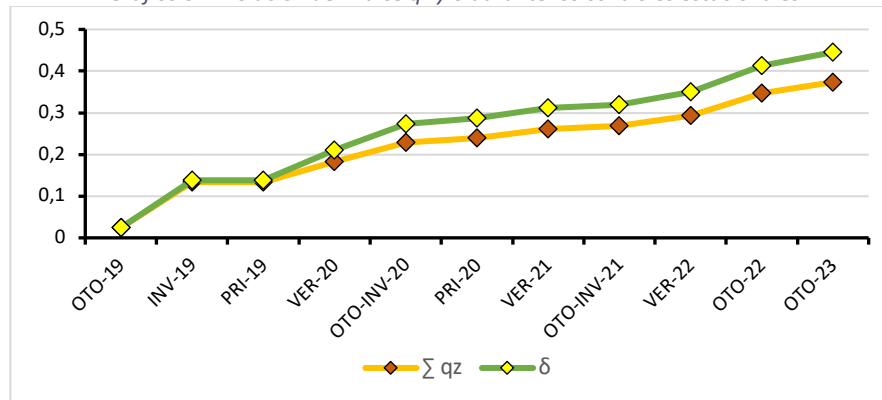


Gráfico 5: Evolución del índice q_z y δ durante los controles estacionales

5. CONCLUSIÓN

Las mediciones realizadas en otoño de 2023 sostienen lo que se ha visto a lo largo de las mediciones estacionales que se han desarrollado desde el año 2019 y se evidencia que el Laboratorio vegetal ha desarrollado un aumento constante del volumen vegetal que se refleja a través de los índices q_z y δ . Se mantiene también el hecho de que el aumento del volumen vegetal es indirectamente proporcional a la diversidad vegetal, lo cual se evidencia al contrastar los valores del índice de Pielou (J') con los volúmenes vegetales asociados a las distintas parcelas censales. De esta manera, las parcelas con mayor volumen vegetal presentan los menores valores de J' y viceversa.

Tras analizar las últimas tres mediciones realizadas en la estación de otoño, se puede evidenciar como las especies con hábito Nanofanerófito se han ido consolidando a lo largo del tiempo, representando el mayor porcentaje de volumen vegetal total, así, estas especies han cubierto el 40, 43 y 46% del volumen total vegetal en los años 2021, 2022 y 2023 respectivamente. Dentro de este grupo destacan las especies *B. macraei* y *L. excelsa* por presentar mayor volumen vegetal. Las especies pertenecientes al grupo de las Fanerófitas también han presentado un aumento sostenido en el tiempo, pasando de representar un 27% del volumen vegetal total en otoño de 2021 a un 30% en otoño de 2023. Dentro de este grupo destacan las especies *Schinus latifolius* y *Escallonia pulvurulenta* con mayor volumen vegetal. De manera contraria, se puede ver que las especies pertenecientes al grupo de las Caméfitas han presentado un descenso sostenido, así, estas especies han cubierto el 18, 17 y 14% del volumen total vegetal en los años 2021, 2022 y 2023 respectivamente.

A nivel de especies, *Baccharis macraei*, *Schinus latifolius*, *Solanum maritimum* y *Flourenzia thurifera* presentan el mayor aumento de volumen vegetal en otoño de 2023. Mientras que, las especies *Lobelia excelsa*, *Eryngium paniculatum*, *Bahia ambrosioides* y *Haplopappus foliosus* presentaron una disminución en su volumen.

Las anteriores constataciones muestran que el hábito de germinación de las distintas especies incide en el polinomio de análisis, debido que el desarrollo de follaje no es una constante que se presente durante todos los períodos de medición. Esto requiere, de una nueva formulación que sea capaz de ponderar el desarrollo de volumen con la biodiversidad vegetal de modo de representar en las urbes lo que naturalmente sucede en los espacios silvestres.

6. BIBLIOGRAFÍA

Armesto, J. V. (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria.

Armesto, J. V. (1996). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria.

Asemafor. (2020). *áreas protegidas en Chile*. Obtenido de <https://www.asemafor.cl/areas-protegidas-en-chile/>

Bettini, V. (1997). *Elementos de ecología urbana*. Madrid: Editorial Trotta, S.A.

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystemservices in urban areas. *Ecological Economics*, 29(1), 293-301.

C&H, & Donghi, S. (2018). *Informe estado de desarrollo e implementación de índice de crecimiento*. Viña del Mar: Inmobiliaria Las Salinas.

Donghi, S. (2015). *Fundamentos para incorporar las áreas silvestres como espacios urbanos*. Viña del Mar.

Donghi, S., Elórtogui, S., & Díaz, D. E. (2018). *Diagnóstico ambiental estratégico para un desarrollo sostenible. Comuna de La Ligua, Valparaíso*. La Ligua: Simbiosis Bio-consultora.

Elortegui, S., & Novoa, P. (2009). *Orquídeas de la Región de Valparaíso*. Valparaíso: Taller La Era.

Ferreras, C., & Fidalgo, C. (1999). *Biogeografía y Edafogeografía. Síntesis*, Madrid.

Flores-Xolocotzi, R., & González-Guillén, M. (2007). Consideraciones sociales en el diseño y planificación de parques urbanos. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI (24), 913-951. Obtenido de <https://doi.org/10.22136/est002007242>

González, P. (2015). *LEVANTAMIENTO MEDIANTE GPS DE UNA RED DE PUNTOS ESTABLEZIDOS PARA CORRELACIONAR LOS DISTINTOS ESPACIOS DE LA UNIVERSIDAD EN EL MISMO SISTEMA DE COORDENADAS*. Cartagena.

Hauenstein, E. (2012). *Wealth of Flora and Vegetation in the La Campana-Peñuelas Biosphere Reserve, Valparaíso Region, Chile, The Biosphere*. (D. N. Ishwaran, Ed.) Obtenido de <http://www.intechopen.com/books/the-biosphere/richness-of-flora-and-vegetation-of-thebiosphere->

-
- Heilmayr, R., Echeverría, C., Fuentes, R., & Lambin, E. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography*(75), 71-82.
- Hernández, J. (2000). *Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación*. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.
- Hinojosa, L., Pérez, M. F., Rougier, D., Villagrán, C., & Armesto, J. J. (2015). Legados históricos de la vegetación de bosques en Chile. En V. M. Orlando, *Ciencias Ecológicas 1983-2013* (págs. 123-138). Santiago: Editorial Universitaria.
- Janzen, D. (1999). La sobrevivencia de las áreas silvestres de Costa Rica por medio de su jardinería. *Tropical Journal of Environmental Sciences*, 16(1), 8-18. doi://dx.doi.org/10.15359/rca.16-1.1
- Lacoste, A., & Salanon, R. (1973). *Biogeografías*. Barcelona.
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Luebert, F., García, N., & Schulz, N. (2007). Observaciones sobre la flora y vegetación de los alrededores de Tocopilla (22°S, Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 56, 27-52.
- Madrid, A., & Teillier, S. (2021). Flora y vegetación de las dunas de la playa grande de Cartagena, una playa urbana en Chile Central. *Darwiniana*, 9(2), 342-363. doi:10.14522/darwiniana.2021.92.959
- Martcorena, C. y. (1985). Catálogo de la Flora Vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42(1-2), 1-157.
- Martcorena, C., Squeo, F., Arancio, G., & Muñoz, M. (2001). Catálogo de la Flora Vascular de la IV Región de Coquimbo. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo*, 105-142. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/266565709>
- MINVU, PNUD. (2021). *Política Nacional del Parques Urbanos*. Santiago.
- Miranda, M., Reyes, L., Mashini, D., Misleh, D., & Bettancourt, P. (2015). *Valorización de los vínculos urbanos, rurales y silvestres en la generación de instrumentos de planificación territorial integrada*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- MMA. (2016). *Conservando el patrimonio natural de Chile. El aporte de las áreas protegidas*. Santiago.

- Park, S.-H., & Mattson, R. H. (2009). Therapeutic Influences of Plants in Hospital Rooms on Surgical Recovery. *American Society for Horticultural Science*, 44(1), 102-105. doi:10.21273/HORTSCI.44.1.102
- Pla, L. (2006). Bioiversidad: Interferencia basada en el índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia*.
- Pliscoff, P., & Luebert, P. (2006). Una nueva propuesta de clasificación de la vegetación de Chile y su aplicación en la evaluación del estado de conservación de los sistemas terrestres. *Revista ambiente y desarrollo*, 22(1), 41-45.
- PNUMA. (2003). *Proyecto de Estadísticas e Indicadores Ambientales del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, documento preparado para la XIV Reunión del Foro de Ministros del Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*. Panamá.
- PUCV, UPLA . (2015). *Informe final. Diagnóstico de sitios de alto valor para la conservación en la región de Valparaíso*. Valparaíso.
- Rivas Martínez, S. (2005). Avances en Geobotánica. *Discurso de apertura del Curso Académico de la Real Academia de Farmacia del año 2005*. Madrid.
- Squeo, F., Olivares, N., Olivares, S., Pollastri, A., Aguirre, E., Aravena, R., . . . Ehleringer, J. (1999). Grupos funcionales en arbustos desérticos del norte de Chile, definidos sobre la base de las fuentes de agua utilizadas. *Gayana Bot*, 56(1), 1-15.
- Teillier, S. (2005). *Nuestra Diversidad Biológica*. Santiago.
- Teillier, S., & Tomé, Á. (2004). Contribución al conocimiento de la flora vascular de la cuenca de la quebrada de San Ramón, región metropolitana, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 53, 17-36.
- Teillier, S., Figueroa, J., & Castro, S. (2010). Especies exóticas de la vertiente accidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central. *Gayana Bot.*, 67(1), 27-43.
- Union Europea. (2010). *Una infraestructura verde. La vida silvestre necesita tener la posibilidad de existir fuera de las zonas protegidas*. Obtenido de https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf
- Vergara, P. A. (2019). Infraestructura verde y azul: una mirada a las ciudades. *Institución Universitaria ESUMER*, 7(10), 1-18.

Wikum, D., & Shanholtzer G.F. (1978). Application of thr Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management*, 2, 323-329.

7. ANEXO METODOLÓGICO

7.1. Obtención del Ortomosaico de Alta Precisión

7.1.1 Materiales

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se especifican los equipos y recursos informáticos utilizados, al igual que las funciones que realizan.

Tabla 5: Equipos utilizados y sus respectivas funciones

EQUIPOS	FUNCIONES
Equipo – Software	Información levantada
Drone DJI Mavic Air	Obtención de imágenes aéreas
GPS “Hemisphere S320”	Toma de puntos georreferenciados
Software Agisoft Metashape Professional	Elaboración de ortomosaico (2.7 cm/píxel)
Puntos de Control de Terreno (GCP)	Referencia espacial (x, y, z)

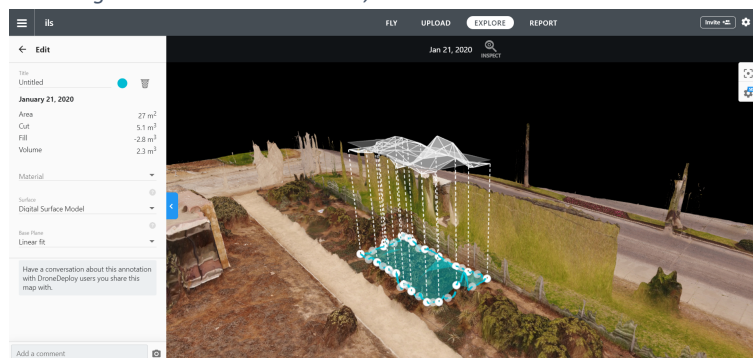
7.1.2 Parametrización

El área de vuelo se determinó en la aplicación y sitio web “Dronedeploy” donde se ajustaron diferentes parámetros acordes tanto a las condiciones del terreno como del detalle requerido en los productos.

7.1.3 Visualización por parcela del modelo tridimensional

Mediante el uso del software DronDeploy es posible generar un poliedro, el cual se genera previa demarcación del área para luego levantar cada uno de los puntos que lo conforman a partir de la nube de puntos generada.

Figura 1: Modelo 3D de la P-3, vista desde el noreste al suroeste



7.2. Valor de importancia (VI)

El VI se calculó a partir de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** . Se determinaron los VI tanto para las áreas como para los volúmenes, calculando las frecuencias y volúmenes relativos de cada especie en todos los censos (Wikum & Shanholtzer G.F., 1978). La frecuencia relativa se obtuvo sumando las frecuencias absolutas (censos en que están presentes) de todas las especies, llevando el total obtenido a 100 y determinando el porcentaje de este total que le corresponde a cada una. Del mismo modo se determinó el volumen relativo, sumando los volúmenes de todas las especies en los censos en que están presentes, llevando el total a 100 y determinando el porcentaje que le corresponde a cada especie. Al sumar la frecuencia relativa con el volumen relativo de cada especie se obtiene el VI (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), cuya máxima expresión sólo puede alcanzar a 2,00.

7.3. Determinación del índice de Pielou del Laboratorio Vegetal (LV)

La determinación de este índice permite conocer cuál es la equidad o proporcionalidad de cada una de las parcelas censales. Para esto es necesario calcular el índice de Shannon-Wiener previamente, para lo cual se utilizaron los volúmenes alcanzados por cada especie presente en las parcelas censales. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Ecuación 2

Donde:

p_i : Frecuencia relativa de cada especie

S : Número de especies

El índice H' tenderá al máximo cuando todas las especies tiendan a estar igualmente representadas (Pla, 2006), lo que se puede expresar como:

$$H'_{max} = \ln_2 S$$

Ecuación 3

A partir de la ecuación anterior será posible calcular el índice de equitatividad o proporcionalidad, siendo el más utilizado el índice de Pielou (1969):

$$J' = \frac{H'}{\ln_2 S}$$

Ecuación 4

Lo que en definitiva es igual a:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Ecuación 5

Los valores obtenidos para los índices H' , H'_{max} y J' se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

7.4. Indicador de crecimiento

En base a los cálculos determinados en el informe INF-EYP-004-ANEXO, como los fundamentos metodológicos desarrollados en el INF-EYP-006-ANEXO, donde se establece que el indicador de crecimiento debe considerar la cantidad de vegetación ambientalmente activa por unidad de superficie de terreno afectado. Por lo tanto, el indicador de crecimiento considera el volumen de cobertura alcanzado por cada parcela censada y la abundancia de especies (S) presentes según la siguiente ecuación:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c}$$

Ecuación 6

Donde:

$m^3 P_i$ = m^3 de cobertura vegetal total de cada parcela i descrita.

$m^2 \text{ totales } P_c$ = m^2 se superficie total de las parcelas censadas.

Por lo tanto, el q_i tendrá la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n q_z = (q_z + q_{z+1} + q_{z+2} + \dots + q_n) \quad \text{Ecuación 7}$$

De este

modo, el indicador δ estará dado por;

$$\delta = \left[\sum_{i=1}^n q_z \right] \kappa \quad \text{Ecuación 8}$$

Siendo:

$\kappa = \frac{S}{S'}$; Cociente entre S (número de especies presentes) y el S' proyectado (número de especies totales consideradas en el laboratorio).

8. ANEXO DE RESULTADOS

Tabla 6: Volúmenes y VI registrados en cada período de análisis

PERÍODO	ÍNDICE	Cam-Baccharis macraei	Cam-Bahia ambrosioides	Cam-Flourenca thurifera	Cam-Haplopappus foliosus	Cam-Heliotropium stenophyllum	Cam-Puya sp.	Cam-Stipa caudata	Geo-Alstroemeria pelegrina	Geo-Cistanthe grandiflora	Geo-Frankenia salina	Geo-Leucocoryne purpurea	Geo-Nolana crassulifolia	Geo-Nolana pullialy	Geo-Oxalis gigantea	Geo-Sisyrinchium arenarium	Geo-Sisyrinchium chilense	Geo-Sisyrinchium striatum	Hem-Eryngium paniculatum	Hem-Polyachyrus poppiglii	Hem-Solanum maritimum	Fan-Cryptocarya alba	Fan-Escallonia pulvurulenta	Microfan-Schinus latifolius	Nanofan-Fuchsia lycioides	Nanofan-Lobelia excelsa	Nanofan-Lobelia polyphylla	VOLUMEN VEGETAL TOTAL/TEMP
oto-2018	AR	7,63	4,24	1,22	8,70	0,92	0,58	55,91	0,51	0,38	3,97	0,00	8,97	29,38	1,85	0,61	1,92	3,63	18,19	0,08	8,84	0,15	1,74	5,03	0,56	1,37	0,73	167,12
oto-2018	V.I. (a)	0,11	0,08	0,03	0,11	0,02	0,04	0,41	0,04	0,01	0,07	0,00	0,09	0,25	0,04	0,03	0,05	0,07	0,17	0,01	0,13	0,03	0,04	0,08	0,02	0,03	0,03	167,12
pri-2018	AR	13,10	10,90	3,16	20,25	3,18	0,64	44,77	1,99	1,67	6,17	0,00	19,62	47,85	3,65	0,91	1,90	10,25	24,47	0,61	16,53	0,19	2,31	5,17	0,61	5,41	0,45	245,75
pri-2018	V.I. (a)	0,12	0,10	0,04	0,14	0,03	0,04	0,26	0,04	0,02	0,08	0,00	0,11	0,27	0,05	0,03	0,06	0,08	0,17	0,01	0,13	0,02	0,03	0,07	0,03	0,06	0,01	245,75
ver-2019	AR	16,90	14,06	4,07	26,13	4,10	0,83	57,76	1,99	2,16	7,96	0,00	25,30	61,72	4,71	1,17	2,45	13,22	31,57	0,78	21,33	0,19	2,97	6,67	0,61	6,97	0,57	316,20
ver-2019	V.I. (a)	0,12	0,10	0,04	0,14	0,03	0,04	0,26	0,04	0,02	0,08	0,00	0,11	0,27	0,05	0,03	0,06	0,08	0,17	0,01	0,13	0,02	0,03	0,07	0,03	0,06	0,01	316,20
ver-2019	VOL	19,50	11,34	5,95	24,52	3,33	0,45	24,45	0,23	1,75	0,91	0,00	7,79	12,07	3,91	0,11	1,00	13,80	70,38	0,35	16,84	0,07	5,00	12,78	0,80	14,74	0,81	252,90
ver-2019	V.I. (v)	0,14	0,10	0,05	0,16	0,03	0,04	0,17	0,03	0,02	0,06	0,00	0,06	0,12	0,05	0,03	0,05	0,10	0,35	0,01	0,13	0,02	0,04	0,10	0,03	0,09	0,01	252,90
oto-2019	VOL	1,53	0,52	0,44	2,61	0,16	0,01	0,14	0,01	0,01	0,03	0,00	0,11	0,28	0,07	0,03	0,00	0,14	1,25	0,02	0,66	0,01	0,25	0,64	0,08	0,25	0,01	9,25
oto-2019	V.I. (v)	0,23	0,11	0,07	0,34	0,03	0,04	0,09	0,04	0,01	0,06	0,00	0,05	0,11	0,04	0,03	0,05	0,06	0,20	0,01	0,14	0,02	0,05	0,12	0,03	0,06	0,01	9,25
inv-2019	VOL	5,59	1,99	2,92	8,91	0,34	0,04	2,13	0,20	0,12	0,34	0,00	1,56	4,23	0,74	0,01	0,00	0,15	2,90	0,04	4,35	0,00	1,86	6,99	0,15	4,71	0,06	50,36
inv-2019	V.I. (v)	0,19	0,11	0,09	0,24	0,03	0,04	0,13	0,04	0,01	0,05	0,00	0,07	0,17	0,05	0,03	0,00	0,03	0,13	0,01	0,16	0,00	0,07	0,20	0,02	0,13	0,01	50,36
ver-2020	VOL	10,08	2,12	1,77	9,29	0,45	0,07	2,57	0,08	0,02	0,09	0,00	2,32	6,27	0,94	0,01	0,00	0,01	9,47	0,05	1,52	0,00	2,33	12,38	0,27	6,54	0,06	68,71
ver-2020	V.I. (v)	0,24	0,09	0,05	0,20	0,03	0,05	0,13	0,03	0,01	0,02	0,00	0,07	0,18	0,05	0,01	0,00	0,02	0,22	0,01	0,09	0,01	0,07	0,24	0,03	0,13	0,01	68,71
oto-inv-2020	VOL	14,47	2,77	2,33	14,59	0,50	0,16	7,24	0,05	0,69	0,09	0,00	2,34	6,19	0,79	0,04	0,00	0,02	8,13	0,06	1,61	0,01	3,45	13,15	0,34	7,32	0,04	86,40
oto-in-2020	V.I. (v)	0,26	0,09	0,05	0,24	0,03	0,04	0,18	0,03	0,02	0,02	0,00	0,07	0,16	0,04	0,01	0,00	0,02	0,18	0,01	0,08	0,01	0,08	0,21	0,02	0,13	0,01	86,40
pri-2020	VOL	17,82	3,31	2,24	17,79	0,54	0,16	3,60	0,19	0,01	0,03	0,00	2,43	6,37	0,57	0,00	0,00	0,05	6,35	0,05	1,46	0,01	4,91	13,20	0,06	9,34	0,10	90,59
pri-2020	V.I. (v)	0,29	0,11	0,04	0,27	0,02	0,05	0,13	0,04	0,01	0,01	0,00	0,07	0,16	0,04	0,00	0,00	0,02	0,15	0,01	0,10	0,01	0,10	0,21	0,01	0,14	0,01	90,59
ver-2021	VOL	22,61	2,00	2,23	19,68	0,38	0,21	2,61	0,22	0,01	0,02	0,00	2,17	6,09	0,75	0,00	0,00	0,02	5,48	0,04	1,56	0,02	6,23	17,02	0,16	9,08	0,06	98,65
ver-2021	V.I. (v)	0,32	0,09	0,03	0,27	0,01	0,06	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00	0,06	0,16	0,03	0,00	0,00	0,02	0,14	0,01	0,10	0,01	0,11	0,24	0,01	0,13	0,01	98,65
oto-inv-2021	VOL	24,43	2,60	2,75	15,52	0,22	0,18	2,08	0,11	0,02	0,02	0,00	2,24	6,36	1,09	0,00	0,00	0,02	3,86	0,02	1,39	0,00	5,98	21,10	0,05	10,83	0,19	101,05
oto-in-2021	V.I. (v)	0,34	0,10	0,04	0,23	0,01	0,05	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00	0,06	0,16	0,03	0,00	0,00	0,02	0,12	0,01	0,10	0,01	0,10	0,27	0,01	0,15	0,01	101,05
ver-2022	VOL	34,46	2,42	2,62	14,67	0,36	0,42	0,52	0,06	0,00	0,01	0,00	1,46	3,70	1,12	0,00	0,00	0,00	3,78	0,04	1,98	0,00	7,44	26,46	0,00	9,07	0,23	110,82
ver-2022	V.I. (v)	0,42	0,09	0,04	0,22	0,02	0,04	0,11	0,02	0,00	0,01	0,00	0,06	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,13	0,01	0,09	0,00	0,12	0,31	0,00	0,13	0,01	110,82
oto-2022	VOL	37,57	4,55	0,30	19,69	0,26	0,33	1,61	0,00	0,10	0,01	0,00	1,74	4,43	0,23	0,00	0,00	0,00	7,12	0,00	1,03	0,03	9,74	28,81	0,00	13,18	0,09	130,81
oto-2022	V.I. (v)	0,39	0,11	0,01	0,23	0,01	0,05	0,11	0,01	0,01	0,01	0,00	0,06	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,15	0,01	0,10	0,01	0,12	0,29	0,00	0,15	0,01	130,81
oto-2023	VOL	18,14	0,26	4,59	0,00	8,23	33,91	0,21	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,14	0,00	4,70	0,00	50,77	2,80	1,98	0,00	8,83	0,070	1,00	3,18	140,90
oto-2023	V.I. (v)	0,238	0,02	0,14	0,00	0,10	0,32	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,14	0,00	0,48	0,09	0,03	0,00	0,12	0,01	0,03	0,08	140,90