

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 another horizontal branch at the bottom. There are three yellow leaves: one at the top, one on the middle branch, and one at the bottom. A small blue bird with a green beak and a white eye is perched on the middle branch.

INF-EYP-014

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: año 2022

**"Olvidamos que nosotros mismos somos naturaleza.
No vivimos fuera de ella, sino que estamos inmersos en ella."**

David Suzuki

El Laboratorio Vegetal Las Salinas se ha consolidado como un espacio pionero en la investigación, restauración y proyección de nuevas formas de convivencia entre ciudad y naturaleza. Su desarrollo surge en un contexto global donde las áreas verdes se reconocen como elementos estratégicos frente a los desafíos del cambio climático, la fragmentación urbana y la necesidad de recuperar la biodiversidad en entornos densamente habitados. A través de la generación de conocimiento científico y aplicado, el Laboratorio Vegetal se convierte en un escenario vivo donde se estudian procesos ecológicos fundamentales, se validan metodologías innovadoras y se cultiva una nueva relación entre la comunidad y su territorio. Más allá de sus métricas, este espacio demuestra que es posible regenerar la vida vegetal en terrenos urbanos intervenidos, resignificando el valor del suelo y proyectando un futuro más sustentable para las ciudades.

El aporte del Laboratorio no se limita al ámbito ambiental; también constituye un motor cultural, educativo y social. Su capacidad de convocar a vecinos, estudiantes, investigadores, profesionales y organizaciones, lo ha transformado en un verdadero nodo de encuentro e inspiración. En él confluyen disciplinas como la ecología, la ingeniería, la planificación urbana y el paisajismo, todas en torno a un mismo objetivo: construir ciudades resilientes donde la biodiversidad no sea un adorno, sino una base indispensable del bienestar colectivo. Así, el Laboratorio Vegetal Las Salinas no solo mide volúmenes y diversidad de especies, sino que también mide esperanza, participación y el anhelo de una ciudad más justa y verde, capaz de enfrentar los retos del presente y de legar nuevas posibilidades a las generaciones futuras.

Atentamente,
Equipo Las Salinas

INFORME ANUAL 2022

Un creciente Interés



Fotografía de portada: Distintas agrupaciones ciudadanas interesadas en el experiencia y aportes del Laboratorio Vegetal Las Salina, año 2022. Fotos S. Donghi.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. METODOLOGÍA.....	2
3.1. OBTENCIÓN DE ORTOMOSAICO DE ALTA RESOLUCIÓN	2
3.2. VALOR DE IMPORTANCIA VEGETAL (VI)	3
3.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PIELOU (J') EN LAS PARCELAS CENSALES DEL LABORATORIO VEGETAL (LV).....	4
3.3. INDICADOR DE CRECIMIENTO	4
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
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 VERANO 2022	5
TABLA 2: VALORES DE VOLUMEN VEGETAL POR ESPECIE EN CADA PARCELA CENSADA DURANTE EL PERÍODO DE OTOÑO-2022.....	6
TABLA 3: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) PARA CADA ESPECIE PRESENTE EN EL LV DURANTE EL PERÍODO DE VERANO 2022.....	7
TABLA 4: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) PARA CADA ESPECIE PRESENTE EN EL LV DURANTE EL PERÍODO OTOÑO. 2022	7
TABLA 5: ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN.....	8
TABLA 6: 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 8: VOLÚMENES Y VI REGISTRADOS EN CADA PERÍODO DE ANÁLISIS.....	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: VARIACIÓN DEL VOLUMEN VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	9
GRÁFICO 2: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) POR ESPECIE VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	10
GRÁFICO 3: VARIACIÓN DEL ÍNDICE J ¹ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	10
GRÁFICO 4: COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ Y DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	11
GRÁFICO 5: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE QZ Y Δ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11

ÍNDICE DE ECUACIONES

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

1. INTRODUCCIÓN

El año 2021 fue publicada la Política Nacional de Parques Urbanos (PNPU). Ella busca orientar y dar impulso al desarrollo de más y mejores parques a través de una gestión integradora, participativa y eficiente, de manera de desarrollar una mirada estratégica de largo plazo (MINVU, PNUD, 2021).

Esta Política nace en respuesta a la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU), publicada el 2013 y cuyo objetivo es el “desarrollo de ciudades sostenibles que mejoren la calidad de vida de las personas y aseguren un acceso equitativo, inclusivo y de buena calidad a los bienes públicos urbanos, y utilizando criterios de eficiencia, adaptabilidad y resiliencia. Ciudades que permitan la satisfacción de las necesidades actuales de las personas, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas”.

La complementariedad de ambas Políticas, es la respuesta lógica a la amenaza constante contra la salud y calidad de vida a raíz del crecimiento urbano y los procesos de densificación y segregación socioespacial asociados a él. Ejemplo de esto es la contaminación ambiental, los efectos del cambio climático y la vulnerabilidad ante el riesgo de desastres.

Una de las respuestas, a esta problemática es la implementación de más y mejores espacios verdes abiertos que involucre una mayor equidad en la distribución de ellos, junto a una efectiva gestión del suelo.

Ante este desafío, la PNPU plantea que las áreas verdes son una parte esencial del espacio público, cumpliendo funciones múltiples como: aportar diversos beneficios sociales debido a que son espacios de integración social por excelencia, ya que sus dimensiones y escala abarcan un radio de influencia extenso que permite atraer a una población diversa, transformándolos en agentes efectivo contra la segregación socioeconómica. Además aportan servicios ecosistémicos y económicos a la población y a las ciudades en su conjunto debido a la presencia de una cobertura vegetal y superficies blandas.

En este contexto, el LVLS ha contribuido, a través de los estudios desarrollados, no sólo a ampliar la mirada y los beneficios que ellos brindan, sino a concebirlos como verdaderas huertas donde se cultivan servicios ecosistémicos diversos, como nodos al interior de las urbes que actúan como corredores de biodiversidad y como espacios eco culturales que identifican a sus visitantes bajo una dimensión biogeográfica. Este sentido de investigación, le proporciona al LVLS una categoría de agente transformador, con una propuesta de comprensión biogeográfica que convierte a las ciudades en una

propuesta urbana mucho más interesante. Actualmente, esta visión ha cautivado a la Asociación Chilena de Municipalidades, a profesionales de distintos departamentos municipales, técnicos y profesionales vinculados al urbanismo y paisajismo, estudiantes de pregrado, escolares y agrupaciones vecinales. Todos estos distintos estamentos han visto en el LVLS una alternativa viable para tener más y mejores parques.

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 22 de diciembre de 2021 y el 24 de mayo de 2022. 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 7 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 dos mediciones realizadas durante el año 2022, es posible constatar que el volumen vegetal aumentó, respecto del año anterior de 101,05 m³ a 130,8 m³. Lo que se traduce en un incremento de 29 m³, equivalente a un crecimiento anual del 29,44% (Tabla 1 y

Tabla 2).

Las especies que mantienen un aumento constante del volumen vegetal durante el año 2022 son: *Baccharis macraei* que incrementó su volumen de 34,4 m³ a 37,6 m³; *Schinus latifolius*, que

aumentó de 21,1 m³ a 28,8 m³; *Haplopappus foliosus*, de 14,67 m³ a 19,7 m³; *Lobelia excelsa* de 9,07 m³ a 13,17 m³ y *Escallonia pulverulenta*, de 6,23 m³ a 9,735 m³ (Gráfico 1). Otra especie que también alcanzó un mayor volumen vegetal fue *Bahia ambrosioides*. Ella registró un volumen de 4,55 m³, valor que supera a todos los registros obtenidos desde el otoño de 2019.

Si bien los VI para *B. macraei* y *S. latifolius*, son mayores a otras especies, ellos muestran un descenso durante la medición de otoño 2022 respecto a la medición anterior. No obstante, con *H. foliosus* ocurre lo opuesto, ya que sus valores son menores a los registrados durante el 2020. Por otra parte, *E. pulverulenta* no figura dentro de las cinco especies con los cinco mayores VI, siendo remplazada de forma alternada por *L. excelsa* y *Eryngium paniculatum* durante el año 2022 (

Gráfico 2).

Respecto de *E. paniculatum*, sorprende que los volúmenes registrados durante otoño 2020 y otoño 2021, sean mayores que las registrados en la misma estación del 2022. Situación algo similar ocurre con *Stipa caudata*, *Flourensia thurifera* y las tres especies del género *Sisyrinchium*, donde sus registros de volumen y VI muestran un descenso sostenido en el tiempo (Gráfico 1 y Gráfico 2).

La especie *Solanum maritimum* mostró uno de los valores de volumen más bajo desde el 2019. Sin embargo, este hecho pareciera no influir enormemente en su VI, ya que este valor sólo ha fluctuado entre 0,081 y 0,099 desde el 2020 en adelante (Gráfico 1 y Gráfico 2).

Tabla 1: Valores de volumen vegetal por especie en cada parcela censada durante el período de verano 2022

N°	N. científico	Hábito	P2 m ³	P3 m ³	P4 m ³	P5 m ³	P6 m ³	P7 m ³	P8 m ³	P9 m ³	P10 m ³
1	<i>Alstroemeria pelegria</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,050
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	8,115	1,327	3,607	2,607	4,021	3,253	6,095	2,047	3,385
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,771	0,250	0,238	0,000	0,489	0,488	0,186
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	0,122	0,596	0,211	0,096	0,684	0,167	1,421	0,480
7	<i>Escallonia pulverulenta</i>	Fanerófito	0,000	0,000	3,961	1,387	0,000	0,000	1,375	0,000	0,721
8	<i>Flourensia thurifera</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,000	0,000	2,622	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,000	0,000	0,005	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	1,124	6,350	0,000	1,718	1,388	0,743	0,000	0,634	2,710
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,355	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	1,770	0,000	2,474	2,720	2,102	0,000	0,000
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,232	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfito	0,134	0,000	0,571	0,000	0,472	0,000	0,000	0,280	0,000
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	0,368	0,489	0,079	0,982	0,397	0,467	0,718	0,204	0,000
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,599	0,000	0,520
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,000	0,010	0,399	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	2,345	4,102	0,000	2,642	0,000	10,105	6,791	0,477	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	0,040	0,000	0,081	0,000	0,435	0,092	0,075	0,000	1,260

26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	0,010	0,006	0,412	0,002	0,029	0,040	0,010	0,003	0,010
	ni		12,136	12,406	12,485	9,809	12,172	18,104	18,474	5,908	9,322
	N		7	7	12	9	10	8	12	9	9
	vol T		12,136	12,406	12,485	9,809	12,172	18,104	18,474	5,908	9,322
	prom		0,467	0,477	0,480	0,377	0,468	0,696	0,711	0,227	0,359
	varianza		2,684	2,130	1,100	0,641	1,041	4,349	3,104	0,239	0,724

Tabla 2: Valores de volumen vegetal por especie en cada parcela censada durante el período de otoño-2022

N°	N. científico	Hábito	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
			m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	9,440	0,518	5,178	3,273	4,444	3,345	6,731	2,178	2,461
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Nanofanerófito	0,000	1,161	0,000	0,578	0,168	0,024	0,472	0,638	1,509
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Hemicriptófito	0,095	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	0,033	0,000	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	0,000	0,080	1,875	0,230	1,066	1,200	0,433	1,120	1,111
7	<i>Escallonia pulvulenta</i>	Fanerófito	0,000	0,000	6,043	0,578	0,000	0,000	1,752	0,000	1,362
8	<i>Flourenzia thurifera</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,000	0,000	0,006	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	1,188	6,210	0,000	4,329	1,129	1,235	0,000	1,126	4,471
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,262	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	2,291	0,000	2,884	5,494	2,508	0,000	0,000
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfito	0,308	0,000	0,579	0,000	0,428	0,000	0,000	0,424	0,000
17	<i>Nolana pullaly</i>	Geófito	0,555	0,457	1,308	0,697	0,448	0,303	0,561	0,098	0,000
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,142	0,000	0,089
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,024	0,006	0,283	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	1,760	5,353	0,000	2,685	0,000	12,391	6,168	0,457	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	0,022	0,000	0,020	0,025	0,498	0,051	0,286	0,020	0,110
26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	0,109	0,112	0,392	0,073	0,237	0,384	0,102	0,036	0,160
	ni		13,501	13,897	18,068	12,488	11,597	24,427	19,194	6,359	11,273
	N		9	8	11	10	10	9	13	10	8
	vol T		13,501	13,897	18,068	12,488	11,597	24,427	19,194	6,359	11,273
	prom		0,519	0,535	0,695	0,480	0,446	0,940	0,738	0,245	0,434
	varianza		3,481	2,465	2,473	1,275	1,044	7,007	3,175	0,263	1,063

Al igual que el año 2021, la P7, P8 y P4 presentan los mayores volúmenes, seguidas de P2 y P3 (valores ni en Tabla 5). Esto significa que sus asociaciones vegetales son las más eficientes en términos de la utilización de metros cuadrados de suelo urbano. Sin embargo, estas parcelas contrastan diametralmente con los índices J', ya que ellos son los más bajos durante el año 2022 (Gráfico 3). Caso contrario ocurre con P9, P10 y P6, ya que ellas tienen los índices J' más elevados del año 2022 (Gráfico 3) y sus volúmenes vegetales son los más bajos durante este año (Gráfico 4). Este sostenido desarrollo del volumen vegetal en el Laboratorio ha permitido mantener también un alza sostenida del índice δ , el cual incrementó de 0,32 a 0,41, tal como se aprecia en el Gráfico 5 y Tabla 6.

Tabla 3: Valor de Importancia (VI) para cada especie presente en el LV durante el período de verano 2022

N°	N. científico	Hábito	Σ m³	f	f relat	cobs abs	cobs relat	V.I.
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófita	0,063	2	0,024	0,06	0,001	0,025
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	34,457	9	0,108	34,46	0,311	0,419
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Nanofanerófito	2,422	6	0,072	2,42	0,022	0,094
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Hemicriptófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	3,777	8	0,096	3,78	0,034	0,130
7	<i>Escallonia pulvulenta</i>	Fanerófito	7,444	4	0,048	7,44	0,067	0,115
8	<i>Flourenia thurifera</i>	Nanofanerófito	2,622	1	0,012	2,62	0,024	0,036
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,005	1	0,012	0,01	0,000	0,012
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfita	14,667	7	0,084	14,67	0,132	0,217
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfita	0,355	1	0,012	0,36	0,003	0,015
13	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	9,066	4	0,048	9,07	0,082	0,130
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,232	1	0,012	0,23	0,002	0,014
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfita	1,457	4	0,048	1,46	0,013	0,061
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófita	3,705	8	0,096	3,70	0,033	0,130
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	1,119	2	0,024	1,12	0,010	0,034
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,040	1	0,012	0,04	0,000	0,012
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,419	3	0,036	0,42	0,004	0,040
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	26,462	6	0,072	26,46	0,239	0,311
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
25	<i>Solanum maritimum</i>	Terófito	1,983	6	0,072	1,98	0,018	0,090
26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	0,522	9	0,108	0,52	0,005	0,113
VOLUMEN TOTAL ALCANZADO			110,817					

Tabla 4: Valor de Importancia (VI) para cada especie presente en el LV durante el período otoño. 2022

N°	N. científico	Hábito	Σ m³	f	f relat	cobs abs	cobs relat	V.I.
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófita	0,004	1	0,011	0,00	0,000	0,011
2	<i>Baccharis macraei</i>	Nanofanerófito	37,568	9	0,102	37,57	0,287	0,389
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Nanofanerófito	4,550	7	0,080	4,55	0,035	0,114
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Hemicriptófito	0,095	1	0,011	0,10	0,001	0,012
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,033	1	0,011	0,03	0,000	0,012
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	7,115	8	0,091	7,12	0,054	0,145
7	<i>Escallonia pulvulenta</i>	Fanerófito	9,735	4	0,045	9,74	0,074	0,120
8	<i>Flourenia thurifera</i>	Nanofanerófito	0,295	1	0,011	0,30	0,002	0,014
9	<i>Frankenia salina</i>	Halófito	0,006	1	0,011	0,01	0,000	0,011
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfita	19,688	7	0,080	19,69	0,151	0,230
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfita	0,262	1	0,011	0,26	0,002	0,013
13	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	13,177	4	0,045	13,18	0,101	0,146
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,094	1	0,011	0,09	0,001	0,012
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Caméfita	1,739	4	0,045	1,74	0,013	0,059
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófita	4,428	8	0,091	4,43	0,034	0,125
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Terófito	0,231	2	0,023	0,23	0,002	0,024
19	<i>Polyachyrus poeppigii</i>	Hemicriptófito	0,002	1	0,011	0,00	0,000	0,011
20	<i>Puya sp.</i>	Hemicriptófito	0,333	4	0,045	0,33	0,003	0,048
21	<i>Schinus latifolius</i>	Fanerófito	28,814	6	0,068	28,81	0,220	0,288
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófita	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
25	<i>Solanum maritimum</i>	Terófito	1,032	8	0,091	1,03	0,008	0,099
26	<i>Stipa caudata</i>	Hemicriptófito	1,605	9	0,102	1,61	0,012	0,115
VOLUMEN TOTAL ALCANZADO			130,805					

Tabla 5: 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
	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
inv-2019	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
ver-2020	ni	5,18	8,67	7,25	5,77	7,95	11,02	11,03	5,81	6,02
	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
	J	0,80	0,60	0,81	0,92	0,90	0,79	0,69	0,86	0,73
pri-2020	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
	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
ver-2021	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
	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
oto-inv-2021	ni	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89
	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
ver-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
	J	0,51	0,58	0,73	0,77	0,76	0,63	0,64	0,82	0,74

PERÍODO	ÍNDICES	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
oto-2022	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
	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

Tabla 6: 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													
m³ 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													
m³ 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													
m³ 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													
m³ 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													
m³ 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			

Gráfico 1: Variación del volumen vegetal durante los controles estacionales

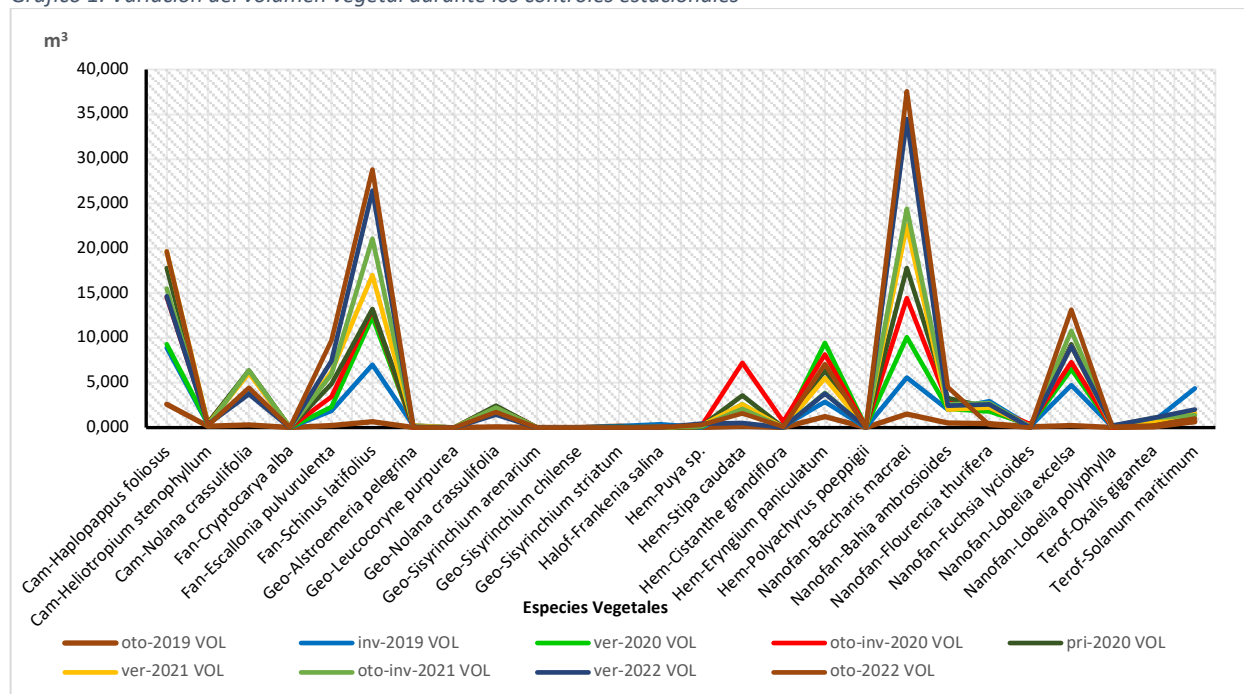


Gráfico 2: Valor de Importancia (VI) por especie vegetal durante los controles estacionales

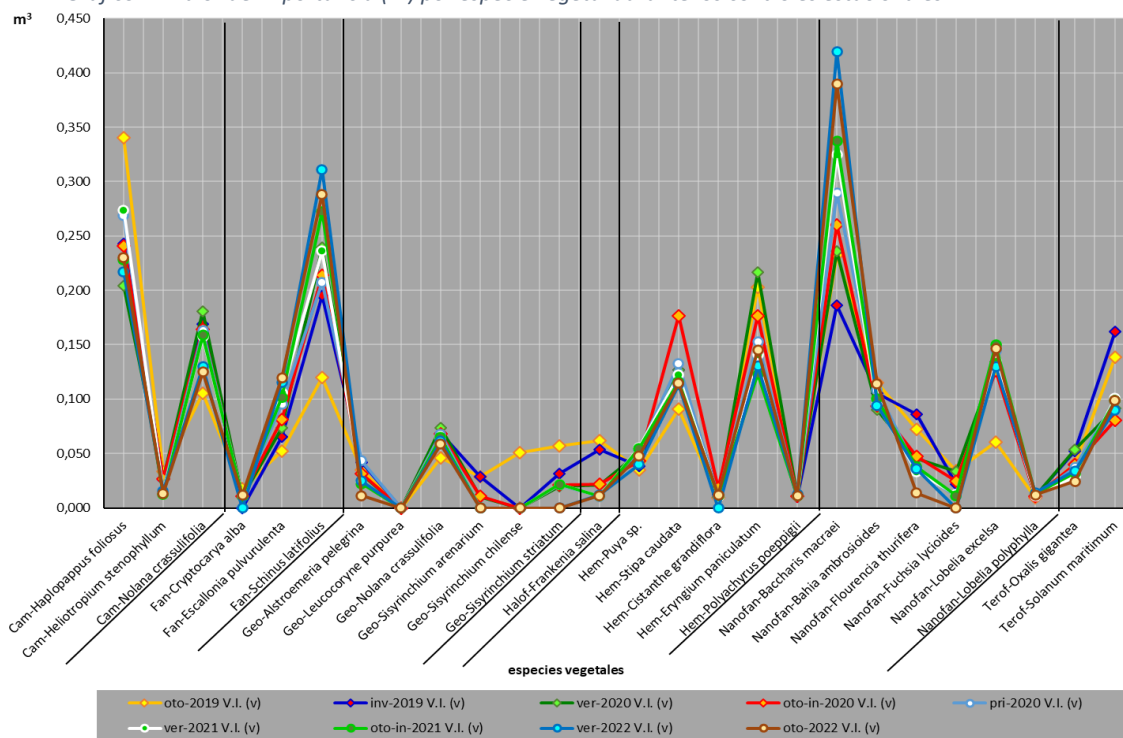


Gráfico 3: Variación del índice J' durante los controles estacionales

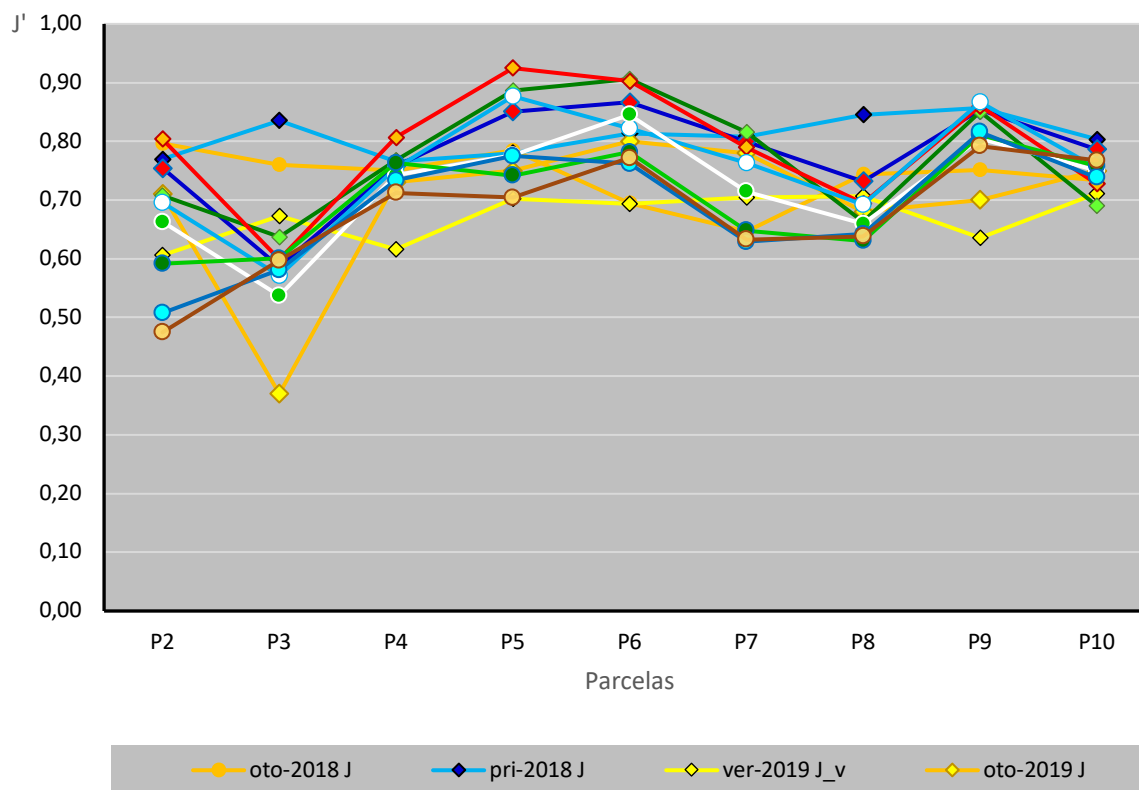


Gráfico 4: Comportamiento del índice qz y durante los controles estacionales

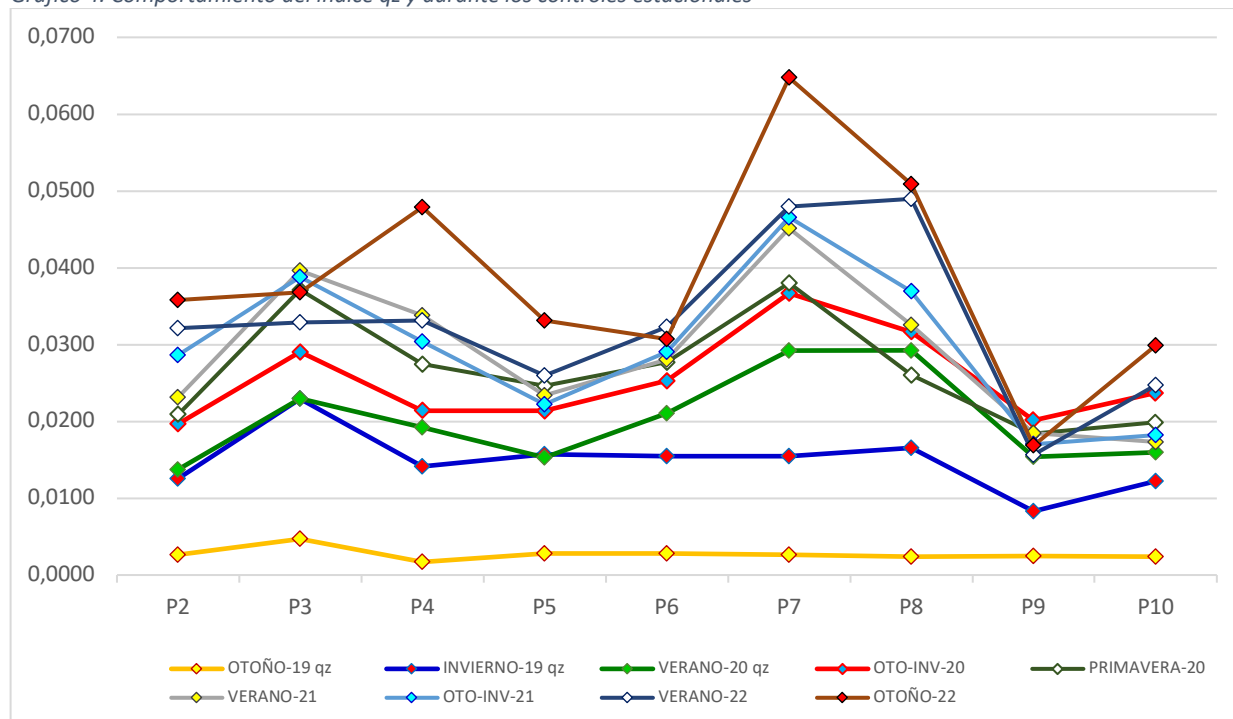
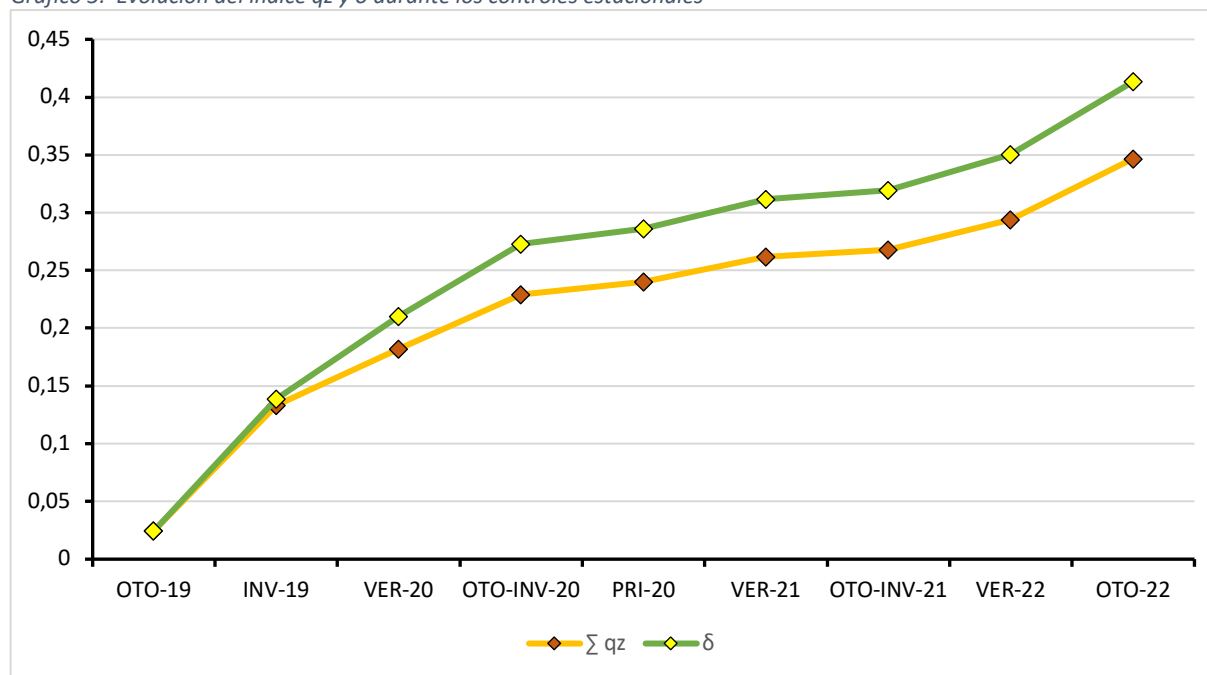


Gráfico 5: Evolución del índice qz y δ durante los controles estacionales



5. CONCLUSIÓN

Desde que se iniciaron las mediciones el año 2019, el Laboratorio Vegetal ha mostrado un aumento constante del volumen vegetal a través de los índices q_z y δ . No obstante, centrar en estos índices la demostración del desarrollo de laboratorio podría resultar erróneo. Tal como ha estado presente en la metodología aplicada -en este y anteriores informes- en todas las mediciones estacionales se ha utilizado el VI, el índice de Shannon y de Pielou. A través de ellos, ha sido posible evidenciar que el aumento del volumen vegetal es indirectamente proporcional a la diversidad vegetal. Una de las razones es porque el desarrollo de las especies está en relación al biotipo que pertenecen (Marticorena et al., 2001; Squeo et al., 1999; Madrid & Teillier, 2021; Hauenstein, 2012; PUCV, UPLA, 2015; Teillier & Tomé, 2004; Luebert et al., 2007; Teillier et al., 2010).

De este modo, es posible distinguir como las especies pertenecientes al grupo de las Fanerófitas se ha ido consolidando. Dentro de ellas se encuentra un subgrupo, las Microfanerófitas, representadas por *Schinus latifolius*, *Lobelia excelsa* y *Escallonia pulverulenta*. Estas especies se caracterizan por presentar sus yemas germinativas entre los 2 y 10 m de altura. Otro subgrupo son las Nanofanerófitas, cuyas yemas se encuentran entre los 0,5 y 2 metros sobre el nivel del suelo (Ferrerías & Fidalgo, 1999; Rivas Martínez, 2005). A ellas pertenecen *Baccharis macraei*, *Lobelia excelsa* y *Bahia ambrosioides*. Ambos subgrupos han mostrado -desde el 2020- un crecimiento constante y un desarrollo del volumen vegetal superior al resto de especies pertenecientes a otros grupos. Una excepción lo constituye *B. ambrosioides*, donde el desarrollo de su volumen no ha ido en aumento, probablemente por condiciones climáticas adversas¹. Al respecto se debe tener presente que especies pertenecientes al grupo de las fanerófitas se caracterizan por estar conformado por plantas leñosas o herbáceas vivaces, cuyas yemas de reemplazo están situadas sobre vástagos a más de 50 cm del suelo. Ellas se encuentran en regiones con condiciones mesoclimáticas, como por ejemplo en el bosque y matorral esclerófilo mediterráneo (Rivas-Martínez, 2005).

Por lo tanto, resulta indispensable la actualización del índice de crecimiento. Este debe dar cuenta del desarrollo de la asociación bioclimática que se está analizando en relación al tiempo, así como la incorporación de la presencia de las especies atendiendo a su biotipo. Esta consideración toma

¹ Fuente: <https://biogeografia.net/geobotanica2a.html>

relevancia, por ejemplo con *Eryngium paniculatum*. Resulta que el volumen alcanzado por esta especie representa sólo el 3,3% del volumen vegetal del laboratorio, sin embargo tiene el cuarto VI más alto. Esta situación se debe a que el VI es el resultado de la adición de las frecuencias relativas entre el número de individuos y el volumen vegetal. A si entonces, *E. paniculatum* tiene presencia en la asociación producto de su número de individuos. Este comportamiento al interior de la asociación ocurre por su condición de Hemicriptófito. Es decir, pierde toda su parte aérea durante la estación desfavorable y sólo mantiene pequeños brotes a nivel del suelo (Lacoste & Salanon, 1973). Por lo tanto, la disminución de su volumen vegetal durante una parte del año no está asociada a la disminución del desarrollo de la asociación vegetal.

Otro ejemplo lo constituye *E. pulverulenta*. Ella ostenta el quinto volumen vegetal más alto, sin embargo su VI está dentro de los más bajos (0,10) debido a su baja representación.

Por lo tanto, si bien el mayor desarrollo del volumen durante el control estacional representa una optimización en relación a la utilización del suelo urbano, por otro lado podría enmascarar una disminución del servicio ambiental de polinización, debido a una menor diversidad vegetal, y que para el caso del modelo de estudio se ha visto reflejada en una disminución de índice J' desde 0,92 a 0,70 en P5. Situación contraria ocurre con P9 y P10, cuyos volúmenes vegetales alcanzados fueron los más bajo durante el 2022, sin embargo sus índices de biodiversidad estuvieron dentro de los más altos.

Por lo tanto, las condiciones de diseño de futuros parques urbanos silvestres deben propiciar la mantención de una diversidad vegetal que sea capaz de generar una cantidad similar de servicios ecosistémico, al igual como ocurre en un área silvestre. Así entonces, el diseño de esta área no está supeditado exclusivamente a la elección de una paleta de especies biogeográficamente correcta, sino también a la sucesión biológica, a la fenología de especie, así como a su distribución según condición biotípica.

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 7: 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)

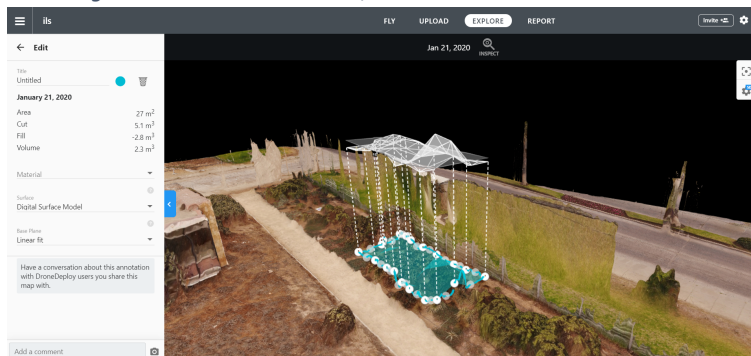
7.1.2 Parametrización

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 8: Volúmenes y VI registrados en cada período de análisis

PERÍODO	ÍNDICE	Cam-Baccharis macraei	Cam-Bahia ambrosioides	Cam-Flourenzia thurifera	Cam-Haplopappus foliosus	Cam-Heliotropium stenophyllum	Cam-Puya sp.	Cam-Stipa caudata	Geo-Alstroemeria pelegriana	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