

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-016

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: invierno 2023

LAS SALINAS

“En la naturaleza está la preservación del mundo.”

Henry David Thoreau

El crecimiento sostenido del Laboratorio Vegetal Las Salinas confirma que la naturaleza puede abrirse camino incluso en contextos urbanos altamente intervenidos. Durante este ciclo de invierno 2023, el aumento del volumen vegetal y la incorporación de nuevas especies revelan no solo la capacidad de regeneración del ecosistema, sino también el valor de este espacio como un laboratorio vivo de aprendizaje y resiliencia. Cada parcela censada se ha transformado en un microcosmos de diversidad, donde la presencia de especies características del matorral esclerófilo costero devuelve al territorio su memoria natural y ofrece a la comunidad una experiencia tangible de cómo los paisajes pueden renovarse en armonía con la ciudad.

Más allá de los indicadores de volumen y biodiversidad, el Laboratorio se proyecta como un referente para comprender la relación entre infraestructura verde, bienestar social y adaptación al cambio climático. Sus resultados no solo evidencian avances cuantitativos en cobertura y diversidad vegetal, sino que también refuerzan la importancia de diseñar espacios urbanos que integren funciones ecológicas y culturales. En un contexto donde las ciudades requieren con urgencia estrategias de resiliencia, el Laboratorio Vegetal Las Salinas se consolida como un ejemplo replicable, capaz de inspirar políticas públicas, fortalecer la educación ambiental y, sobre todo, demostrar que la recuperación ecológica es posible cuando se combina ciencia, compromiso y visión de futuro.

Atentamente,

Equipo Las Salinas

INFORME INVIERNO 2023

Un desarrollo que continúa



Fotografía: S. Donghi

Fotografía de portada: Ejemplares de *Alstroemeria pelegriana* en primer plano. Invierno 2023. 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. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PIELOU (J') EN LAS PARCELAS CENSALES DEL LABORATORIO VEGETAL (LV).....	3
3.3. INDICADOR DE CRECIMIENTO	3
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
5. CONCLUSIÓN	12
6. BIBLIOGRAFÍA.....	13
7. ANEXO METODOLÓGICO	17
7.1. OBTENCIÓN DEL ORTOMOSAICO DE ALTA PRECISIÓN	17
7.1.1 <i>Materiales</i>	17
7.1.2 <i>Parametrización</i>	17
7.1.3 <i>Visualización por parcela del modelo tridimensional</i>	17
7.2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PIELOU DEL LABORATORIO VEGETAL (LV)	18
7.3. INDICADOR DE CRECIMIENTO	19
8. ANEXO DE RESULTADOS	21

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE EN CADA PARCELA DURANTE EL PERIODO INVIERNO 2023.	5
TABLA 2: ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN EN BASE A LA CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ESPECIE PRESENTES EN CADA PARCELA.	7
TABLA 3: ÍNDICE DE CRECIMIENTO ALCANZADO EN BASE AL NÚMERO DE INDIVIDUOS REGISTRADOS DURANTE LOS DISTINTOS PERIODOS.	9
TABLA 4: EQUIPOS UTILIZADOS Y SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.....	17
TABLA 5: VOLÚMENES Y VI REGISTRADOS EN CADA PERÍODO DE ANÁLISIS.....	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: VARIACIÓN DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.	10
GRÁFICO 2: VARIACIÓN DEL ÍNDICE J' DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	10
GRÁFICO 3: COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11
GRÁFICO 4: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE QZ Y Δ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1.....	3
ECUACIÓN 1.....	18
ECUACIÓN 2.....	18
ECUACIÓN 3.....	18
ECUACIÓN 4.....	18
ECUACIÓN 5.....	19
ECUACIÓN 6.....	19
ECUACIÓN 7.....	19

1. INTRODUCCIÓN

La expansión y creación de zonas verdes es una herramienta vital en el camino de mejorar de forma continua la salud de la ciudadanía. Hoy en día existen diversos estudios que relacionan las políticas de urbanismo y planificación urbana con el bienestar de la comunidad. Según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las poblaciones urbanas son más vulnerables frente al cambio climático ya que pueden experimentar temperaturas entre 3 y 5°C más altas que las zonas rurales debido al efecto de islole térmico urbano que generan las extensas superficies de hormigón y la falta de cubierta vegetal. En este contexto, los parques urbanos se deben valorar como activos vitales para la salud de la comunidad. Varios autores han ratificado esto, lo cual además se ha traducido en políticas de salud pública (Donghi S., 2020).

De esta manera, la investigación desarrollada en el Laboratorio Vegetal Las Salinas se puede entender como una herramienta que permite desarrollar entornos promotores del bienestar de la comunidad, en la medida que se recupera la condición natural de la vegetación propia de la zona al incorporar pisos vegetacionales característicos de la región de Valparaíso en el espacio público urbano. El trabajo que se ha estado realizando no solo busca mejorar el entorno, sino también, crear una conciencia colectiva sobre el impacto que tienen los parques urbanos al ser un pilar esencial en nuestra historia, salud, educación y cultura, a la vez que permiten un desarrollo urbano sostenible.

El presente informe comunica el estado del volumen vegetal alcanzado por el Laboratorio Vegetal hasta el invierno de 2023, como también, la evolución en el tiempo del desarrollo de cada una de las especies vegetales presentes mediante el registro del número de individuos hallados en cada una de las parcelas censadas.

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 Registrar el número de individuos presente de cada especie vegetal que conforma el LV-LS durante el período de invierno del 2023.
- 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 16 de septiembre 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 parcela censal.

Esta metodología consideró la utilización de equipos y recursos informáticos que se especifican en la Tabla 4 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. 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 7.2 “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 7.3 “Indicador de crecimiento” del anexo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las mediciones realizadas en invierno de 2023, es posible constatar que el volumen vegetal total aumentó respecto a la medición realizada en otoño de 2023 (INF-EYP-015) de 140,90 m³ a 197,56 m³ (véase

Tabla 3). Lo anterior, se traduce en un incremento de 56,66 m³, equivalente a un crecimiento del 40,21 %.

Las especies con mayor cantidad de individuos registrados en invierno de 2023 son: *Eryngium paniculatum* que incrementó la cantidad de individuos de 28 (otoño 2023) a 186, concentrados principalmente en la parcela 9 (P9); *Alstroemeria pelegrina* que aumentó de 2 a 122 individuos, concentrados mayoritariamente en las parcelas P4 y P8 y *Solanum maritimum* que aumentó de 7 a 64 individuos, registrándose ejemplares de manera más equitativa entre las nueve parcelas censadas como se puede observar en la Tabla 1. Dentro de las especies que presentaron una baja en la cantidad de individuos registrados, destacan dos: *Stipa caudata*, la cual presenta una baja constante en el número de individuos registrados a lo largo de los monitoreos estacionales, pasando de 83 individuos en invierno de 2019 a 0 individuos en invierno de 2023 (véase Gráfico 1), de manera similar, pero en menor medida, *Nolana pullally* también ha disminuido el número de individuos registrados a lo largo del tiempo, pasando de un registro de 25 individuos en invierno de 2019 a 8 en invierno de 2023.

Por otra parte, en invierno de 2023 se registraron cuatro nuevas especies: *Baccharis vernalis*, *Baccharis sp.*, *Geranium submolle* y *Baccharis linearis*. En los cuatro casos se registró un solo individuo, hallados en las parcelas censales P10, P6, P5 y P3 respectivamente (véase Tabla 1).

El volumen vegetal total de las parcelas censales continúa aumentando en el tiempo, siendo, en este periodo, las parcelas P7, P8 y P4 las que más han contribuido a esta alza, seguidas de P5 y P3 como se puede observar en la Tabla 1.

Por otra parte, se puede observar que las parcelas P9, P10 y P8 concentran la mayor cantidad de individuos de especies vegetales, registrando 132, 108 y 91 individuos respectivamente. Análogamente, las parcelas que registran menor cantidad de individuos corresponden a las parcelas P2 y P3 con 20 y 30 individuos totales hallados respectivamente.

Tabla 1: Número de individuos por especie en cada parcela durante el periodo de invierno 2023.

	Nombre científico	Hábito	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
			ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófito	0	0	50	0	0	0	50	2	20
2	<i>Baccharis macraei</i>	Caméfito	4	1	2	4	4	5	7	15	7

3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Caméfita	0	1	0	2	4	3	2	20	6
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Geófito	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0	0	0	0	0	0	3	1	0
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	0	9	13	11	13	20	0	70	50
7	<i>Escallonia pulvurulenta</i>	Fanerófito	0	0	1	1	1	1	1	0	0
8	<i>Flourenzia thurifera</i>	Caméfita	0	0	0	2	1	0	0	0	1
9	<i>Fuchsia lycioides</i>	Geófito	0	0	1	0	2	0	1	0	0
10	<i>Haplopappus foliosus</i>	Nanofanerófito	6	4	0	7	5	3	2	4	4
11	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfita	0	0	0	0	0	0	0	2	0
12	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Caméfita	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	<i>Lobelia excelsa</i>	Geófito	0	0	2	0	3	4	7	0	0
14	<i>Frankenia salina</i>	Nanofanerófito	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0	0	2	0	0	0	0	0	0
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Geófito	2	0	1	0	0	0	0	1	0
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	0	0	2	2	1	1	2	0	0
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Geófito	2	0	1	0	1	1	1	1	3
19	<i>Polyachyrus poppigi</i>	Hemicriptófito	0	0	0	0	0	0	2	0	0
20	<i>Puya sp.</i>	Caméfita	1	0	4	0	0	0	1	1	2
21	<i>Schinus latifolius</i>	Microfanerófito	1	1	0	1	0	1	2	1	0
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófito	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófito	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófito	0	3	0	2	4	1	0	4	4
25	<i>Solanum maritimum</i>	Hemicriptófito	4	10	5	5	5	5	10	10	10
26	<i>Stipa caudata</i>	Caméfita	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	<i>Baccharis vernalis</i>	Caméfita	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	<i>Baccharis sp.</i>	Caméfita	0	0	0	0	1	0	0	0	0
29	<i>Geranium submolle</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	0
30	<i>Baccharis linearis</i>	Caméfita	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ni			20	30	84	39	45	46	91	132	108
N			7	8	12	12	13	12	14	13	11
Vol Total (m³)			16,25	18,39	24,07	18,89	13,59	44,48	40,26	8,43	13,22
Promedio			0,67	1,00	2,80	1,30	1,50	1,53	3,03	4,40	3,60
Varianza			2,23	6,21	86,03	6,22	7,50	14,46	84,65	175,49	94,59

Se puede observar que en invierno de 2023 las parcelas que concentran mayor número de individuos vegetales totales presentan índices de J' más bajos (véase Tabla 2) ya que existe una menor uniformidad en la proporción de diversidad observada. Lo contrario ocurre con la parcela P2, la cual presentan el índice J' más elevado, sin embargo, registra la menor cantidad de individuos vegetales totales.

Como ya se ha mencionado en informes anteriores, se puede evidenciar que el sostenido desarrollo del volumen vegetal y el respectivo aumento en el número de individuos registrados por especie vegetal en el Laboratorio ha permitido el alza sostenida del índice δ , el cual incrementó de 0,445 a 0,524 respecto a la estación anterior (véase

Tabla 3 y Gráfico 4).

Tabla 2: Índices de biodiversidad obtenidos en los distintos períodos de medición en base a la cantidad de individuos por especie presentes en cada parcela.

Período	Índices	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
oto-2019	ni	30	29	35	41	31	35	43	31	38
	N	11	11	14	14	13	13	17	14	12
	H'	3,12	3,11	3,51	3,51	3,35	3,4	3,83	3,49	3,34
	H'max	3,46	3,46	3,81	3,81	3,7	3,7	4,09	3,81	3,58
	J	0,9	0,9	0,92	0,92	0,9	0,92	0,94	0,92	0,93
inv-2019	ni	30	34	37	32	28	32	32	34	42
	N	11	11	13	10	11	12	14	12	12
	H'	3,16	2,74	3,19	3,04	2,97	3,1	3,41	3,1	3,1
	H'max	3,46	3,46	3,7	3,32	3,46	3,58	3,81	3,58	3,58
	J	0,91	0,79	0,86	0,91	0,86	0,86	0,89	0,86	0,86
ver-2020	ni	25	36	35	31	27	28	27	28	29
	N	11	11	12	10	11	10	13	10	13
	H'	3,12	2,85	3,08	3,04	2,9	2,78	3,29	2,87	3,3
	H'max	3,46	3,46	3,58	3,32	3,46	3,32	3,7	3,32	3,7
	J	0,9	0,82	0,86	0,91	0,84	0,84	0,89	0,86	0,89
oto-inv-2020	ni	26	22	29	33	28	31	26	27	27
	N	10	10	11	10	11	10	13	10	12
	H'	2,95	3,08	3,02	3,04	2,95	2,63	3,29	2,8	3,29
	H'max	3,32	3,32	3,46	3,32	3,46	3,32	3,7	3,32	3,58
	J	0,89	0,93	0,87	0,91	0,85	0,79	0,89	0,84	0,92
pri-2020	ni	24	19	29	28	30	24	27	33	30
	N	11	8	12	9	11	10	14	11	11
	H'	3,09	2,5	3,2	3,02	3,16	2,89	3,62	2,81	3,24
	H'max	3,46	3	3,58	3,17	3,46	3,32	3,81	3,46	3,46
	J	0,89	0,83	0,89	0,95	0,91	0,87	0,95	0,81	0,94
ver-2021	ni	21	17	30	27	31	26	26	33	23
	N	9	8	11	10	11	10	13	11	11
	H'	2,83	2,79	3,11	3,14	3,08	2,93	3,46	2,78	3,26
	H'max	3,17	3	3,46	3,32	3,46	3,32	3,7	3,46	3,46
	J	0,89	0,93	0,9	0,95	0,89	0,88	0,93	0,8	0,94
oto-inv-2021	ni	19	16	29	25	32	27	26	35	23
	N	9	8	11	10	11	10	13	11	11
	H'	2,86	2,75	3,11	3,19	3,08	2,98	3,52	2,7	3,26
	H'max	3,17	3	3,46	3,32	3,46	3,32	3,7	3,46	3,46
	J	0,9	0,92	0,9	0,96	0,89	0,9	0,95	0,78	0,94
ver-2022	ni	13	13	19	21	27	19	16	17	17
	N	7	7	12	9	10	8	12	9	9
	H'	2,6	2,66	3,39	2,99	3,22	2,78	3,45	2,65	3,03
	H'max	2,81	2,81	3,58	3,17	3,32	3	3,58	3,17	3,17
	J	0,93	0,95	0,95	0,94	0,97	0,93	0,96	0,84	0,96
oto-2022	ni	22	15	20	22	23	18	19	27	15
	N	9	8	11	10	10	9	13	10	8
	H'	2,74	2,87	3,35	3,14	3,15	2,93	3,58	2,74	2,82
	H'max	3,17	3	3,46	3,32	3,32	3,17	3,7	3,32	3
	J	0,87	0,96	0,97	0,94	0,95	0,93	0,97	0,83	0,94
oto-2023	ni	9	12	20	19	18	15	12	19	18
	N	5	7	10	8	9	8	9	8	9
	H'	2,06	2,69	3,11	2,8	3,04	2,84	3,02	2,29	3,02
	H'max	2,32	2,81	3,32	3	3,17	3	3,17	3	3,17
	J	0,89	0,96	0,94	0,93	0,96	0,95	0,95	0,76	0,95
inv-2023	ni	20	30	84	39	45	46	91	132	108
	N	7	8	12	12	13	12	14	13	11
	H'	2,55	2,42	2,13	3,1	3,22	2,76	2,45	2,29	2,5
	H'max	2,81	3	3,58	3,58	3,7	3,58	3,81	3,7	3,46
	J	0,91	0,81	0,59	0,86	0,87	0,77	0,64	0,62	0,72

Tabla 3: Índice de crecimiento alcanzado en base al número de individuos registrados durante los distintos periodos.

Periodo	Parcelas censadas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	TOTAL	S	S'	δ
	m2 totales / Parc.	41,89	40,68	41,46	40,56	41,03	42,35	42	44,79	42,47	377,23			
oto-2019	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	0,025
	qz	0,003	0,005	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,02			
inv-2019	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	0,139
	qz	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,13			
ver-2020	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	0,210
	qz	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,18			
oto-inv-2020	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	0,273
	qz	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,23			
pri-2020	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	0,286
	qz	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,24			
ver-2021	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	0,312
	qz	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,26			
oto-inv-2021	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	0,319
	qz	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,02	0,27			
ver-2022	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	0,350
	qz	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,02	0,02	0,29			
oto-2022	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	0,413
	qz	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,06	0,05	0,02	0,03	0,35			
oto-2023	m3 cbtra veg.	14,21	15,40	20,56	10,35	14,84	27,31	19,32	8,96	9,95	140,90	31	26	0,445
	qz	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,07	0,05	0,02	0,03	0,37			
inv-2023	m3 cbtra veg.	16,25	18,39	24,07	18,89	13,59	44,48	40,26	8,43	13,22	197,56	30	30	0,524
	qz	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04	0,12	0,11	0,02	0,04	0,52			

Gráfico 1: Variación del número de individuos por especie vegetal durante los controles estacionales.

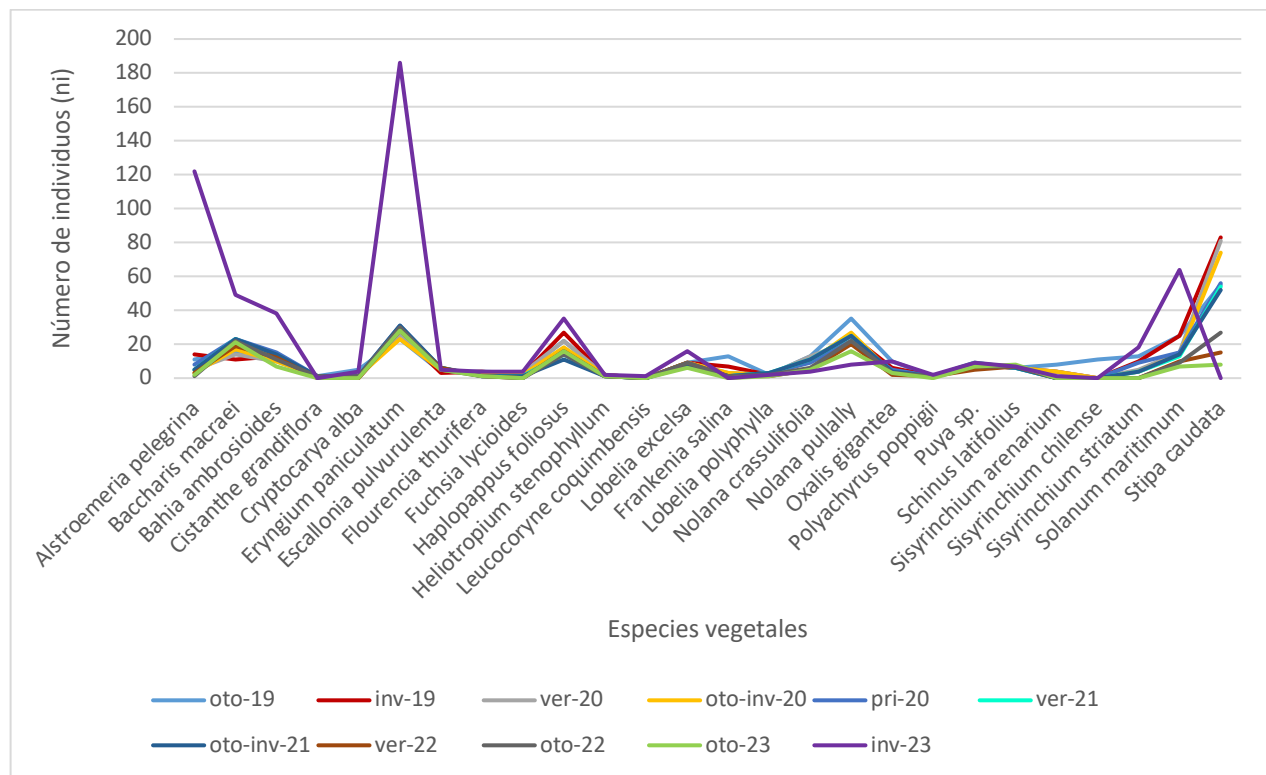


Gráfico 2: Variación del índice J' durante los controles estacionales.

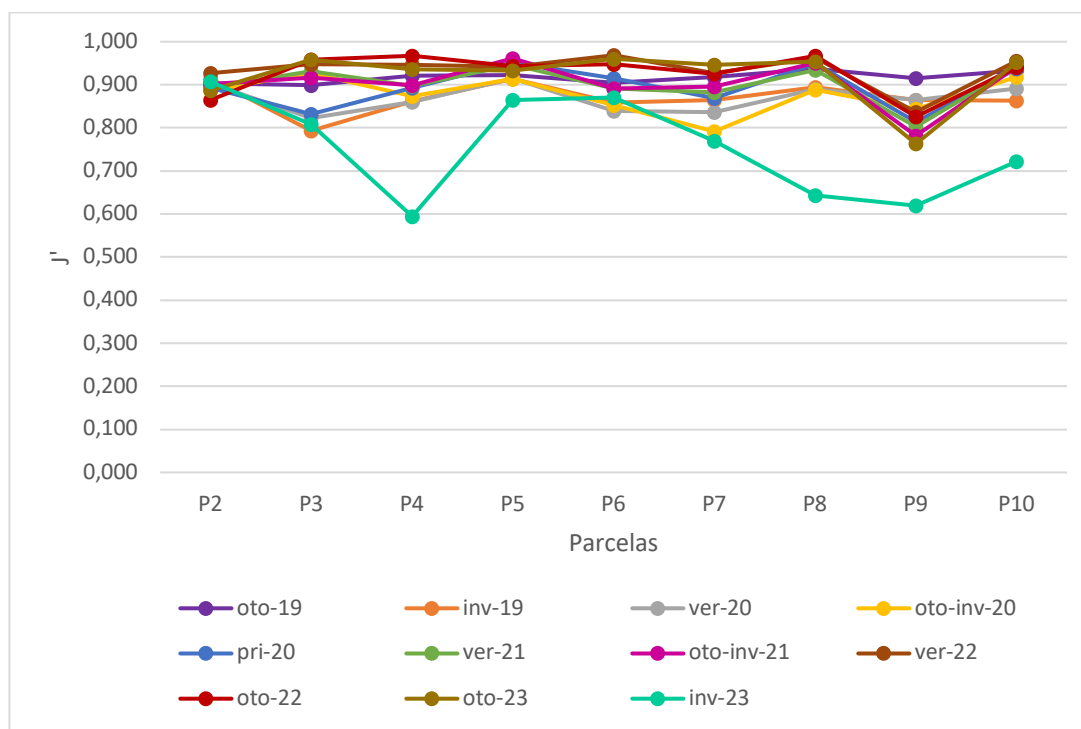


Gráfico 3: Comportamiento del índice qz durante los controles estacionales.

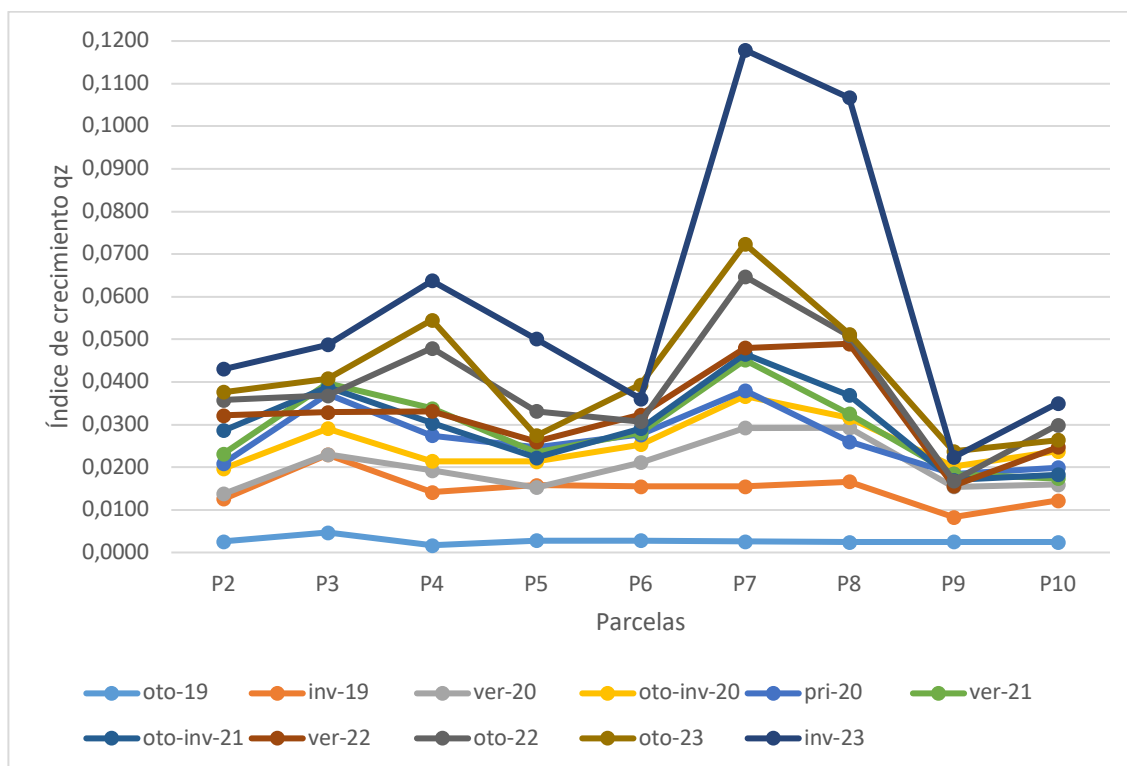
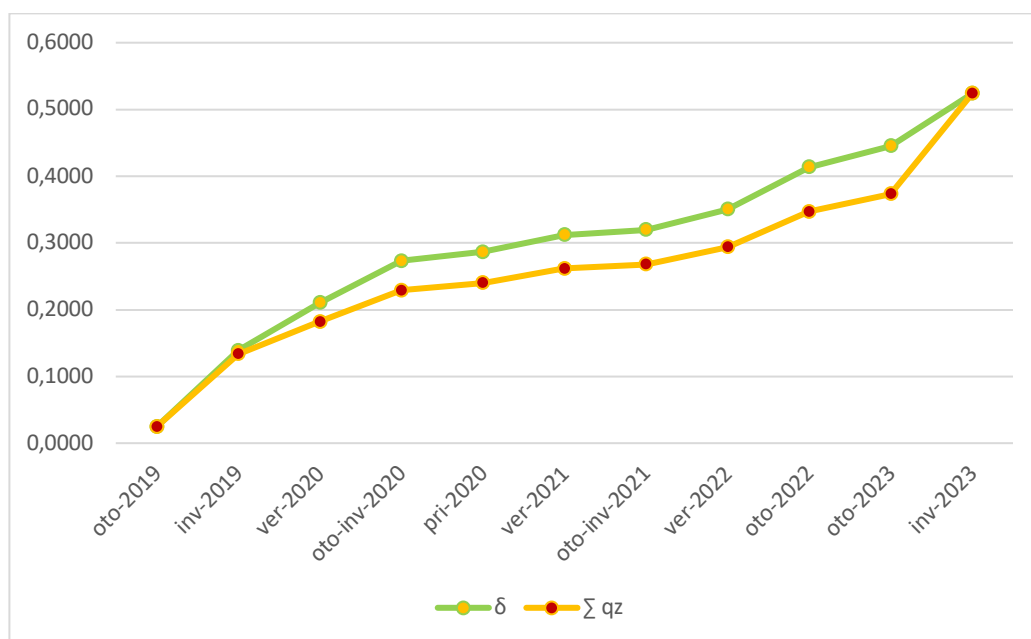


Gráfico 4: Evolución del índice qz y δ durante los controles estacionales.



5. CONCLUSIÓN

Los registros obtenidos durante el invierno de 2023 sostienen lo que se ha observado a lo largo de las mediciones estacionales que se han desarrollado desde el año 2019, evidenciándose que el Laboratorio vegetal ha desarrollado un aumento constante del volumen vegetal, lo cual, se refleja a través de los índices q_z y δ . Sin embargo, es importante notar que no existe una relación directa entre el aumento en el número de individuos y la diversidad de especies presentes. Lo anterior se puede observar en las mediciones de este periodo en donde las parcelas que concentran mayor número de individuos vegetales presentaron índices J' más bajos, por lo tanto, son parcelas en donde existe una alta concentración de individuos vegetales y una baja diversidad de especies observadas. De manera análoga, la parcela P2, la cual presentó el índice J' más elevado, registró la menor cantidad de individuos vegetales totales.

En este periodo las especies con mayor cantidad de individuos registrados fueron *Eryngium paniculatum* (186 individuos), *Alstroemeria pelegrina* (122 individuos) y *Solanum maritimum* (64 individuos). Si bien *Solanum m.* presenta menor número de individuos frente a *Eryngium p.* y *Alstroemeria p.*, *Solanum m.* está presente en la totalidad de las parcelas censadas, mientras que las otras dos especies presentaron gran cantidad de individuos concentrándose en solo una o dos parcelas respectivamente, lo cual explica esta relación inversa entre número de individuos e índice de biodiversidad. Dentro de las especies que presentaron una baja en la cantidad de individuos registrados, destacan *Stipa caudata* y *Nolana pullally* que han presentado una baja constante en el número de individuos registrados a lo largo de los monitoreos estacionales, siendo más crítica la situación de *Stipa c.* que pasó de un registro de 83 individuos en invierno de 2019 a 0 individuos en invierno de 2023.

Cabe destacar que en este proceso de censo se registraron cuatro nuevas especies: *Baccharis vernalis*, *Bacharis sp.*, *Geranium submolle* y *Baccharis linearis*. En los cuatro casos se registró un solo individuo, hallados en las parcelas censales P10, P6, P5 y P3 respectivamente.

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. (2016). *Revisión de la flora vascular propuesta en el proyecto "Plan Mejoramiento & Cultura Vegetal para la Calle Jorge Montt"*. Santiago: Las Salinas.
- Donghi, S. (2017). *Antecedentes científicos presentes en el Laboratorio Vegetal de Las Salinas*. Viña del Mar.
- Donghi, S. (2020 b). *Creando huertos de servicios silvestres*. Viña del Mar.
- Donghi, S. (2020). *Informe estado de desarrollo, Laboratorio Vegetal Las Salinas, período primavera 2020*. 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>

Gerez, M., & Velásquez, I. (2008). La salud de las ciudades y sus ciudadanos. Informe SESPAS 2008. *Gaceta Sanitaria*, 22, 71-78.

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

Marticorena, C. y. (1985). Catálogo de la Flora Vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42(1-2), 1-157.

- Marticorena, 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). *Poítica 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 the 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 Tabla 4 se especifican los equipos y recursos informáticos utilizados, al igual que las funciones que realizan.

Tabla 4: 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)

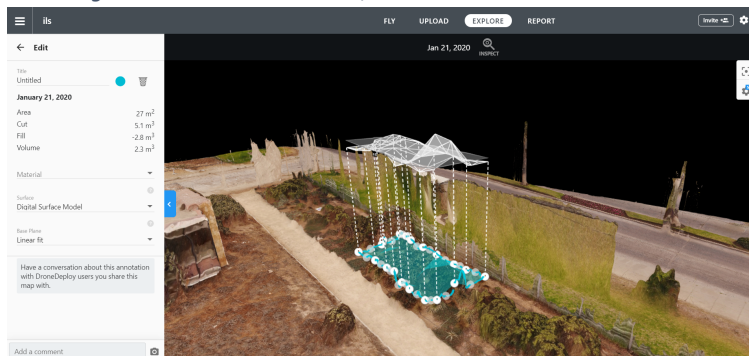
7.1.2 Parametrización

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. 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 utilizó el número de individuos hallado de 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 Tabla 2.

7.3. 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:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

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

$m^2 \text{ totales } P_c$ = m^2 de 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 5: 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