

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. 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-020

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: Primavera 2024

“La primavera es el modo en que la naturaleza dice: ¡Celebremos la vida!”

Robin Williams

La primavera trae consigo un renacer que se hace especialmente visible en el **Laboratorio Vegetal Las Salinas**, donde cada brote, floración y cambio en la cobertura vegetal se convierte en un testimonio de resiliencia. Esta estación no solo marca un aumento en el volumen y diversidad de especies, sino que simboliza también la oportunidad de repensar cómo los paisajes urbanos pueden transformarse en espacios vivos, dinámicos y en constante diálogo con la naturaleza.

El florecimiento de especies nativas y endémicas abre paso a un relato que trasciende lo meramente científico, invitando a reconocer que el valor de la vegetación radica tanto en sus aportes ecológicos como en la memoria cultural y social que lleva consigo.

Más allá de los indicadores y modelos que permiten comprender el desarrollo vegetal, este informe busca resaltar la dimensión inspiradora del proceso. Cada especie observada es un recordatorio de la historia compartida entre comunidades y territorio, de los usos tradicionales que aún persisten y de los beneficios ecosistémicos que sostienen la vida urbana.

Así, la primavera en el Laboratorio Vegetal no es únicamente una etapa de medición y análisis, sino también un tiempo de aprendizaje colectivo y de esperanza, donde se reafirma la posibilidad de construir ciudades que no solo convivan con la naturaleza, sino que se nutran de ella como fuente de identidad, bienestar y futuro sostenible.

Atentamente,

Equipo Las Salinas

INFORME PRIMAVERA 2024



La riqueza vegetal dentro de la propuesta de parques nativos bioclimáticos

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Autor: Salvador Donghi R.

Fotografía de portada: *Alstroemeria pelegrina* y *Puya chilensis*, primavera 2024. 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. DETERMINAR LA FUNCIÓN $f(x)$ DEL DESARROLLO DE VOLUMEN VEGETAL	3
3.2.1. <i>Medición del volumen Vegetal.....</i>	<i>3</i>
3.2.2. <i>$f(x)$ para el volumen vegetal desarrollado</i>	<i>3</i>
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>	<i>18</i>
7.1.2 <i>Parametrización</i>	<i>18</i>
7.1.3 <i>Visualización por parcela del modelo tridimensional</i>	<i>18</i>
7.2. INDICADOR DE CRECIMIENTO	19

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VALORES DE QZ Y VOLUMEN VEGETAL REGISTRADOS EN LOS DISTINTOS CONTROLES.	4
TABLA 2: VALORES DE DISTINTOS ESTIMADORES OBTENIDOS PARA EL MODELO AJUSTADO DE TIPO MULTIPLICATIVO.	10
TABLA 3: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS OBTENIDOS PARA LA RIQUEZA DE ESPECIES VEGETALES.	10
TABLA 4: TABLA DE FRECUENCIA PARA S.	11
TABLA 5: EQUIPOS UTILIZADOS Y SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: GRÁFICAS DE LA COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA VEGETAL DE CADA PARCELA DE MUESTREO EN EL LVLS.	5
FIGURA 2: GRÁFICO CON EL COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.	7
FIGURA 3: GRÁFICO CON MODELO MULTIPLICATIVO QUE MEJOR EXPLICA LA RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE QZ Y EL TIEMPO.	9
FIGURA 4: HISTOGRAMA DE LA RIQUEZA (S) VEGETAL DEL LVLS.	11
FIGURA 5: MODELO 3D DE LA P-3, VISTA DESDE EL NORESTE AL SUROESTE	18

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1.....	3
ECUACIÓN 2.....	3
ECUACIÓN 3.....	8
ECUACIÓN 4.....	8
ECUACIÓN 5.....	9
ECUACIÓN 6.....	9
ECUACIÓN 7.....	9
ECUACIÓN 8.....	9
ECUACIÓN 9.....	19
ECUACIÓN 10.....	19

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes urbanas desempeñan un papel fundamental en la mejora ambiental de nuestras ciudades, en informes anteriores se ha hablado de su contribución en la regulación climática, la purificación del aire y la conservación de la biodiversidad. No obstante, su relevancia va más allá de lo ecológico: son también espacios esenciales para la preservación del patrimonio natural y cultural, actuando como puentes que conectan a las comunidades con su entorno y sus raíces históricas. De esta manera, resulta importante visibilizar el valor cultural y social de estas especies vegetales, una dimensión a menudo subestimada, pero clave en la construcción de entornos más sostenibles, resilientes y significativos para las comunidades.

Cada especie vegetal nativa encierra un legado cultural único, ligado a saberes tradicionales, prácticas medicinales, ceremoniales y alimenticias que han perdurado por generaciones. Estas plantas, que forman parte del acervo cultural de las comunidades, han sido portadoras de conocimiento ancestral, hoy amenazado por la homogeneización y pérdida progresiva de los paisajes urbanos. Reintroducirlas en áreas verdes públicas no solo revitaliza su presencia física, sino que también impulsa la conservación de la memoria colectiva, generando un puente entre el pasado y el presente.

Un ejemplo claro de este valor cultural lo proporciona *Schinus latifolius*, comúnmente conocido como Molle o Lilén. Según el Museo Nacional de Historia Natural (1981), esta especie ha tenido múltiples usos a lo largo del tiempo: la resina blanca que emana de su corteza se ha utilizado tradicionalmente para tratar cataratas o aliviar esguinces, golpes y reumatismos musculares. Además, sus frutos son comestibles y permiten la producción de miel y bebidas fermentadas, lo que evidencia su valor tanto medicinal como alimenticio.

Otras especies, como la *Puya chilensis* y la *Baccharis paniculata*, también se describen en estos reportes como parte integral del conocimiento y uso tradicional, destacándose por sus propiedades y su resiliencia en entornos naturales complejos. Estas plantas no solo proveen servicios ecosistémicos clave, sino que, al ser incorporadas en áreas verdes urbanas, actúan como símbolos vivos de la identidad local, recordándonos la riqueza natural y cultural de nuestra región.

El presente informe detalla los avances y la evolución de la cobertura vegetal del Laboratorio Las Salinas durante la temporada de primavera 2024, poniendo en valor los esfuerzos realizados para reintroducir especies nativas en espacios públicos, rescatando y revalorizando el rol cultural y social de la flora local en el contexto urbano contemporáneo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

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

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1 Determinar la función matemática que describe el desarrollo de volumen vegetal.
- 2.2.2 Determinar qué tipo de índice de biodiversidad expresa de mejor forma la mantención del número de especies que conforman el corte floral de la asociación vegetal bioclimática en un contexto urbano.
- 2.2.3 Desarrollar un índice de crecimiento que integre el desarrollo del volumen vegetal y la biodiversidad.

3. METODOLOGÍA

3.1. Obtención de Ortomosaico de alta resolución

La información del área de estudio fue levantada el 26 de septiembre de 2024. 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 totales de cada parcela censal.

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. Determinar la función $f(x)$ del desarrollo de volumen vegetal

3.2.1. Medición del volumen Vegetal

Se mantienen el fundamento que la vegetación ambientalmente activa debe ser considerada en relación a la unidad de superficie de suelo que ocupa (cálculos determinados en el informe INF-EYP-004-ANEXO y fundamentos metodológicos desarrollados en el INF-EYP-006-ANEXO). De este modo, su fórmula será:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c} \quad \text{Ecuación 1}$$

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.

Para determinar la cantidad de vegetación ambientalmente activa por unidad de superficie de terreno ocupado por control realizado, se utiliza la siguiente fórmula:

3.2.2. $f(x)$ para el volumen vegetal desarrollado

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

Mediante la obtención de los índices de correlación (R^2) para q_z por parcela censal, se determinó bajo que función se encuentra el desarrollo vegetal en cada una.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen vegetal registrado en la medición del 26 de septiembre de 2024 fue de 242,58 m³. Esto representa un aumento del 5,93% del volumen y un 4,92% del índice de crecimiento qz, en comparación a la medición del control anterior (véase Tabla 1). Las parcelas que presentaron un mayor aumento en el volumen son P5 y P3, los cuales ascendieron en 10,50 y 6,86 m³ respectivamente. Por otra parte, las parcelas P8, P4 y P6 disminuyeron su volumen vegetal en 2,07; 3,95; y 3,71 m³ respectivamente.

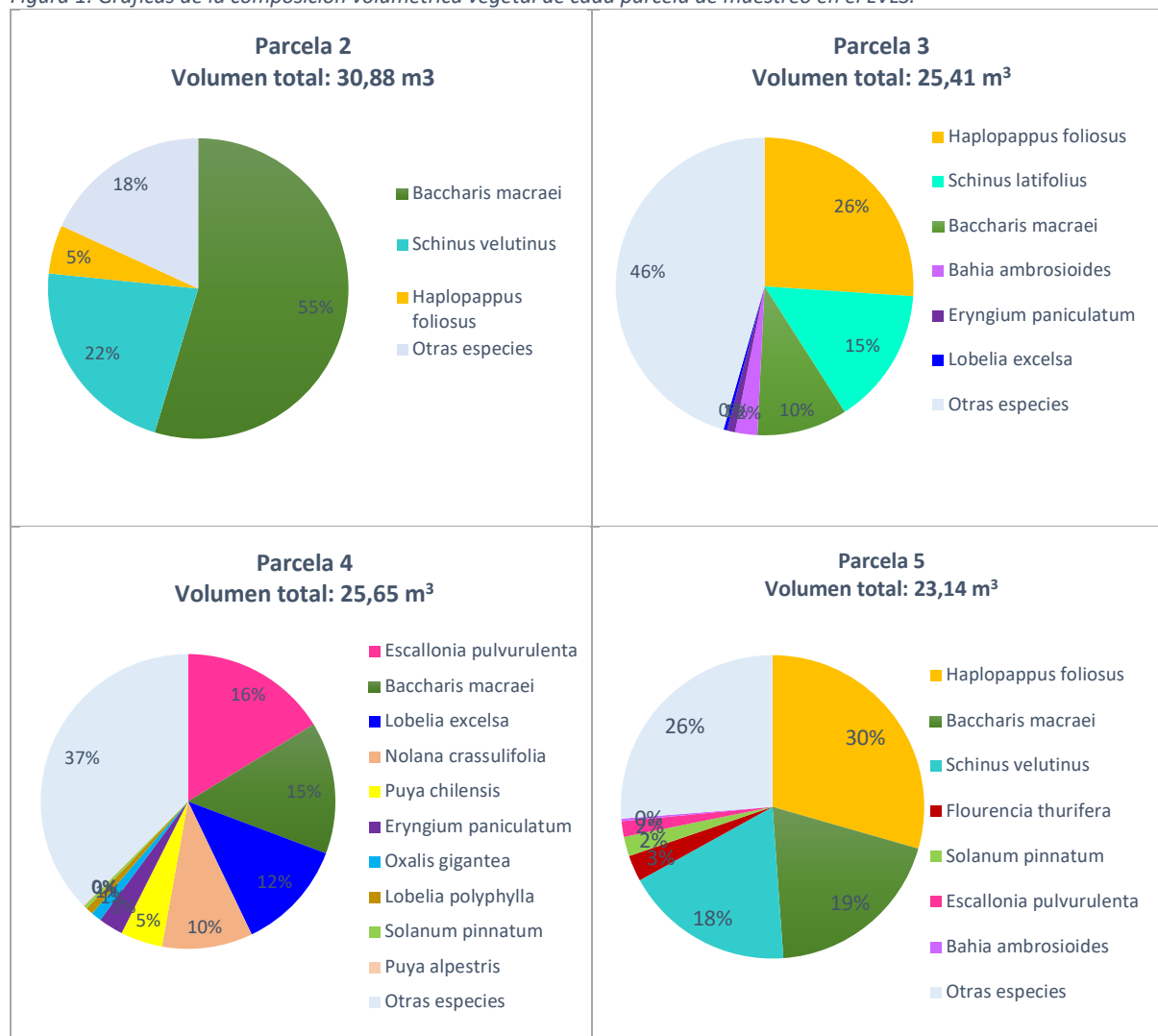
Tabla 1. Valores de qz y volumen vegetal registrados en los distintos controles.

Periodo	Parcelas censadas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	TOTAL
	m ² totales / Parc.	41,89	40,68	41,46	40,56	41,03	42,35	42,00	44,79	42,47	377,23
oto-2019	Vol Veg (m ³)	0,97	1,76	0,66	1,07	1,05	0,98	0,91	0,96	0,89	9,25
	Qz	0,0026	0,0047	0,0017	0,0028	0,0028	0,0026	0,0024	0,0025	0,0024	0,02
inv-2019	Vol Veg (m ³)	4,75	8,65	5,33	5,95	5,85	5,84	6,26	3,13	4,60	50,36
	Qz	0,013	0,023	0,014	0,016	0,015	0,015	0,017	0,008	0,012	0,13
ver-2020	Vol Veg (m ³)	5,18	8,67	7,25	5,77	7,95	11,02	11,03	5,81	6,02	68,71
	qz	0,0137	0,0230	0,0192	0,0153	0,0211	0,0292	0,0293	0,0154	0,0160	0,18
oto-inv-2020	Vol Veg (m ³)	7,42	10,96	8,08	8,06	9,55	13,84	11,94	7,61	8,95	86,40
	qz	0,0197	0,0290	0,0214	0,0214	0,0253	0,0367	0,0316	0,0202	0,0237	0,23
pri-2020	Vol Veg (m ³)	7,89	14,00	10,35	9,29	10,44	14,34	9,82	6,95	7,50	90,59
	qz	0,0209	0,0371	0,0274	0,0246	0,0277	0,0380	0,0260	0,0184	0,0199	0,24
ver-2021	Vol Veg (m ³)	8,73	14,95	12,74	8,84	10,59	17,03	12,28	6,96	6,54	98,65
	qz	0,0231	0,0396	0,0338	0,0234	0,0281	0,0451	0,0326	0,0184	0,0173	0,26
oto-inv-2021	Vol Veg (m ³)	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89	101,05
	qz	0,0286	0,0388	0,0304	0,0223	0,0291	0,0466	0,0369	0,0170	0,0183	0,27
ver-2022	Vol Veg (m ³)	12,14	12,41	12,48	9,81	12,17	18,10	18,47	5,91	9,32	110,82
	qz	0,0322	0,0329	0,0331	0,0260	0,0323	0,0480	0,0490	0,0157	0,0247	0,29
oto-2022	Vol Veg (m ³)	13,50	13,90	18,07	12,49	11,60	24,43	19,19	6,36	11,27	130,81
	qz	0,0358	0,0368	0,0479	0,0331	0,0307	0,0648	0,0509	0,0169	0,0299	0,35
oto-2023	Vol Veg (m ³)	14,21	15,40	20,56	10,35	14,84	27,31	19,32	8,96	9,95	140,90
	qz	0,0377	0,0408	0,0545	0,0274	0,0393	0,0724	0,0512	0,0238	0,0264	0,37
inv-2023	Vol Veg (m ³)	16,25	18,39	24,07	18,89	13,59	44,48	40,26	8,43	13,22	197,56
	qz	0,043	0,049	0,064	0,050	0,036	0,118	0,060	0,022	0,035	0,48
ver-2023	Vol Veg (m ³)	20,73	22,44	15,30	21,00	10,84	49,76	25,38	9,61	13,14	188,19
	qz	0,0550	0,0595	0,0406	0,0557	0,0287	0,1319	0,0673	0,0255	0,0348	0,50
oto-2024	Vol Veg (m ³)	26,15	20,39	21,99	23,33	15,21	50,84	18,09	13,79	17,33	207,11
	qz	0,0693	0,0541	0,0583	0,0618	0,0403	0,1348	0,0479	0,0365	0,0460	0,55
inv-2024	Vol Veg (m ³)	27,01	18,55	29,60	12,63	21,65	42,86	49,27	16,15	11,28	229,00
	qz	0,0716	0,0492	0,0785	0,0335	0,0574	0,1136	0,1306	0,0428	0,0299	0,61
pri-2024	Vol Veg (m ³)	30,881	25,408	25,652	23,137	17,937	40,254	47,199	17,057	15,052	242,58
	qz	0,0819	0,0674	0,0680	0,0613	0,0475	0,1067	0,0986	0,0452	0,0399	0,64

Para visualizar la distribución relativa del volumen total entre las especies vegetales más representativas, se han diseñado gráficos (véase Figura 1) que muestran el porcentaje que cada especie aporta al volumen total de cada parcela. Estos gráficos comparten una leyenda uniforme,

utilizando los mismos colores para cada especie, para facilitar la comprensión de la composición vegetal y la identificación de las especies dominantes en cada área de estudio.

Figura 1: Gráficas de la composición volumétrica vegetal de cada parcela de muestreo en el LVLS.



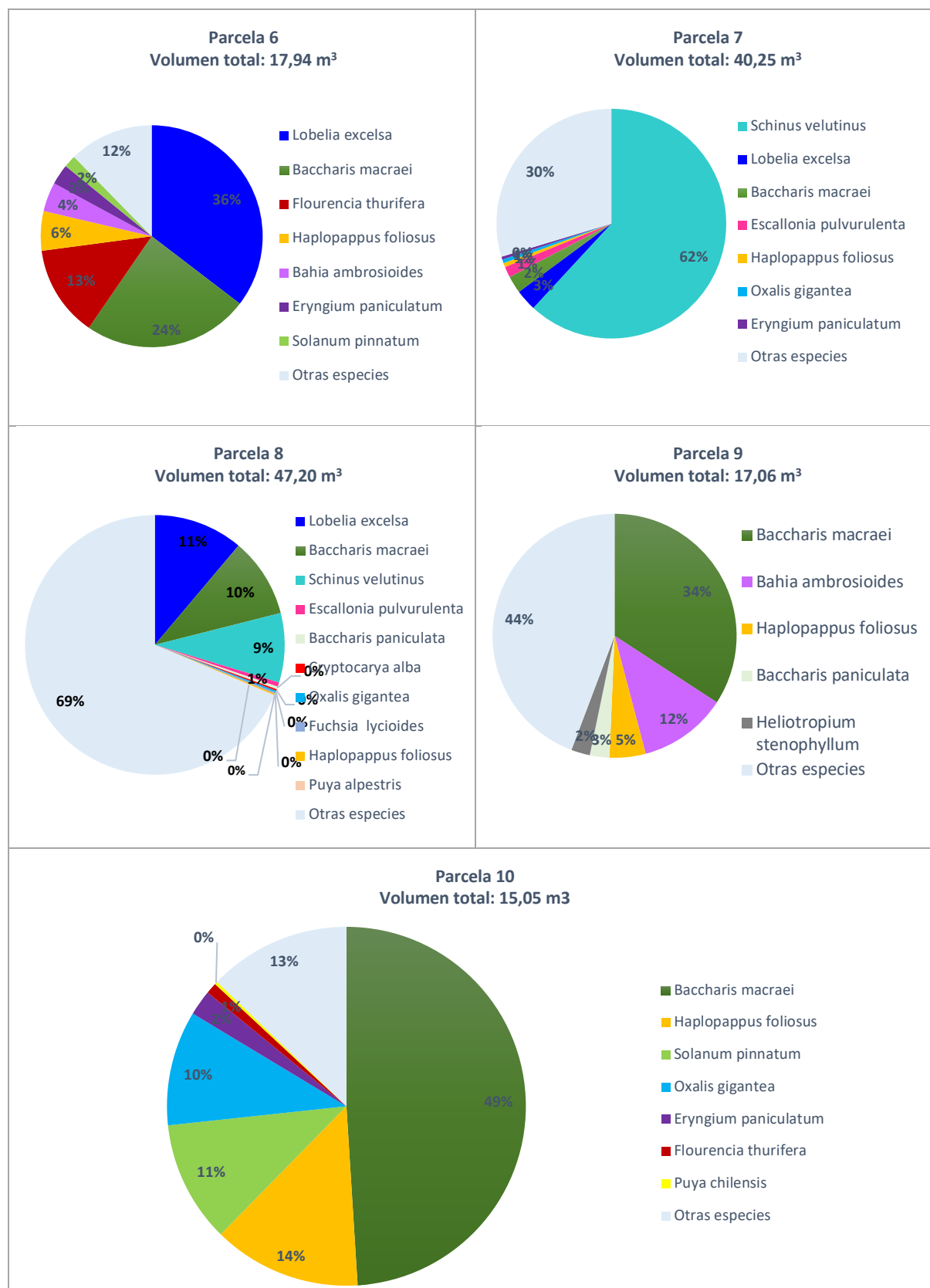
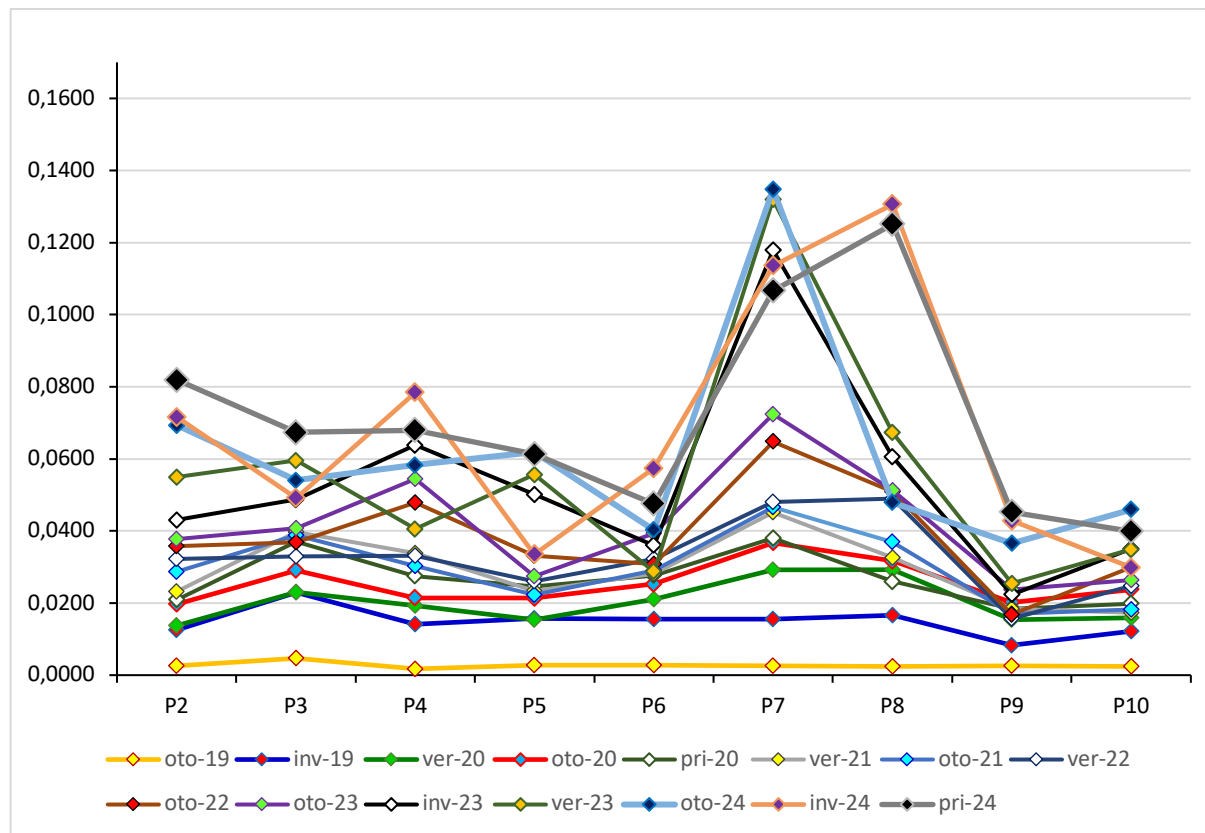


Figura 2: Gráfico con el comportamiento del índice qz durante los controles estacionales.



La parcela P8 registra el mayor volumen vegetal, con un total de 47,20 m³ (véase Figura 2). En este caso, la especie dominante es *Lobelia excelsa*, que aporta el 11% del volumen total. Le siguen *Baccharis macraei* y *Schinus velutinus* con una representatividad del 10% y 9% respectivamente.

La parcela P7 registra el segundo mayor volumen vegetal, con un total de 40,25 m³ (véase Figura 2). Dentro de esta parcela, la especie más predominante es *Schinus velutinus*, que representa el 62% del volumen total de la cobertura vegetal. Le siguen *Lobelia excelsa* y *Baccharis macraei*, con una representatividad del 3% y 2% respectivamente.

El tercer mayor volumen vegetal lo registra la parcela P2, con un total de 30,88 m³ (véase Figura 2). En esta parcela la especie dominante es *Baccharis macraei*, que aporta el 55% del volumen vegetal total, seguida de *Schinus velutinus* y *Haplopappus foliosus*, con una representatividad del 22% y 5% respectivamente.

De manera análoga, la parcela P10 registra el menor desarrollo de volumen vegetal, con un total de 15,05 m³. Dentro de esta parcela la especie más predominante es *Baccharis macraei*, que aporta el

49% del volumen total. Le siguen *Haplopappus foliosus* y *Solanum pinnatum*, con una representatividad del 14% y 11% respectivamente.

Según el análisis realizado, se observó que las parcelas P5 y P3 presentaron el mayor aumento en su volumen vegetal en la medición actual, lo cual contrasta con los resultados de la medición de invierno 2024 (inv-2024), donde estas mismas parcelas habían mostrado una disminución en su volumen. A pesar de estas variaciones, en ambos casos se mantuvo la estructura de especies dominantes.

Por otro lado, las parcelas P4, P6 y P8 mostraron en esta medición de primavera una disminución en su volumen vegetal, comportamiento inverso al registrado en inv-2024, donde fueron las parcelas con mayor crecimiento volumétrico. Se constató que la disminución de volumen de P4 estuvo dado por *Escallonia pulverulenta* y *Lobelia polyphylla*. En cambio en P6, una disminución del 32% en el volumen de *Baccharis macraei* justifican esta baja. Por último, las especie *B. macraei*, *Fuchsia lycioides*, *Oxalis gigantea* y *Puya alpestris* contribuyen en un 60% a la baja de volumen en P8, lo que se traduce en 2,071 m³ de volumen vegetal menos.

Por otra parte, también mantuvieron una estructura de especies similar, destacando *Lobelia excelsa*, que mostró un aumento en su porcentaje representativo del volumen vegetal en las tres parcelas mencionadas, especialmente en la parcela P6, donde pasó de una representatividad del 15% (inv-2024) a una representatividad del 36% en primavera.

Al igual que el INF-EYP-19, el modelo ajustado que interpreta de mejor forma el comportamiento del índice *qz* en el tiempo (DÍAS TRANS) corresponde al de regresión de tipo multiplicativo y cuya transformación de la variable *y* es de tipo logarítmica. Dicho modelo es representado matemáticamente a través de la Ecuación 3

$$y = b \times x^a$$

Ecuación 3

Transformando la ecuación 3 se tiene la ecuación 4:

$$y = e(b + a \times \ln x)$$

Ecuación 4

Mediante el cálculo de los mínimos cuadrados se determinan los valores para el intercepto (*b*) y la pendiente (*a*) del modelo ajustado a través de las siguientes ecuaciones:

$$a = \frac{\sum \ln(x)y - \bar{y} \sum \ln(x)}{\sum \ln(x)^2 - \ln(\bar{x}) \sum \ln(x)}$$

Ecuación 5

$$b = \bar{y} - a \ln(\bar{x})$$

Ecuación 6

De este modo, se proyecta la recta del modelo que mejor se aproxima a los datos obtenidos. Así entonces, se podrá determinar cuál será el volumen vegetal que alcanzará la asociación vegetal bioclimática seleccionada en el tiempo.

De este modo, se tiene la ecuación 7 o 8 para la curva que define el modelo ajustado presentado en la gráfica de la Figura 3, junto a sus límites de confianza (línea verde) y predicción (línea roja).

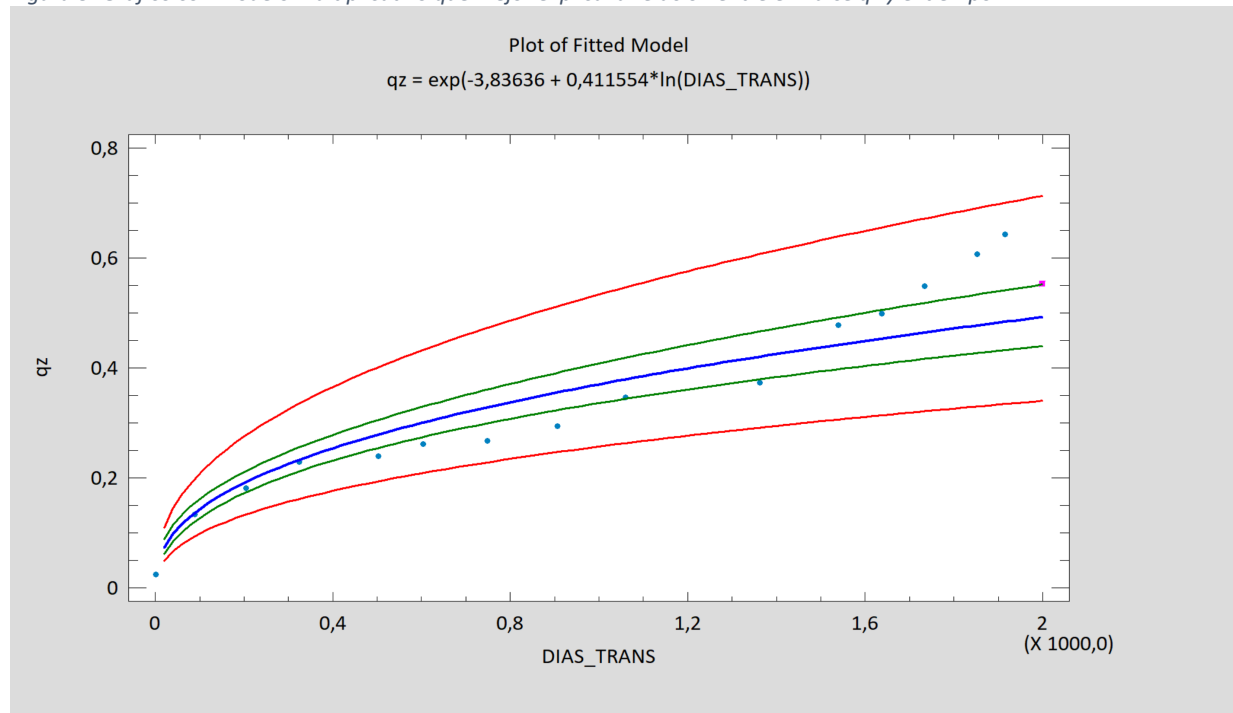
$$qz = e(-3,83636 + 0,411554 * \ln(DIAS_TRANS))$$

Ecuación 7

$$\ln(qz) = -3,83636 + 0,411554 * \ln(DIAS_TRANS)$$

Ecuación 8

Figura 3: Gráfico con modelo multiplicativo que mejor explica la relación entre el índice qz y el tiempo.



Los valores para los distintos estimadores del modelo ajustado se resumen en la Tabla 2. Dentro de ellos destaca el bajo valor del error estándar para la pendiente de la curva, así como el estadístico-T y el p-value. Los valores para estos dos último parámetros permiten descartar la hipótesis nula y un nivel de significancia por sobre el 95% para la pendiente e intercepto respectivamente.

Tabla 2: Valores de distintos estimadores obtenidos para el modelo ajustado de tipo multiplicativo.

Parámetros	Min. Cuadrados Estimados	Error Estándar	Estadístico-T	P-Value
Intercepto	-3,83636	0,145728	-26,3255	0,0000
Pendiente	0,411554	0,0224803	18,3073	0,0000

El estadígrafo R^2 para el modelo ajustado explica el 96,26% de la variabilidad en qz. Si bien este valor es levemente inferior al informe anterior, el coeficiente de correlación se mantiene alto con un valor de 0,981153. Esto indica una relación relativamente fuerte entre ambas variables.

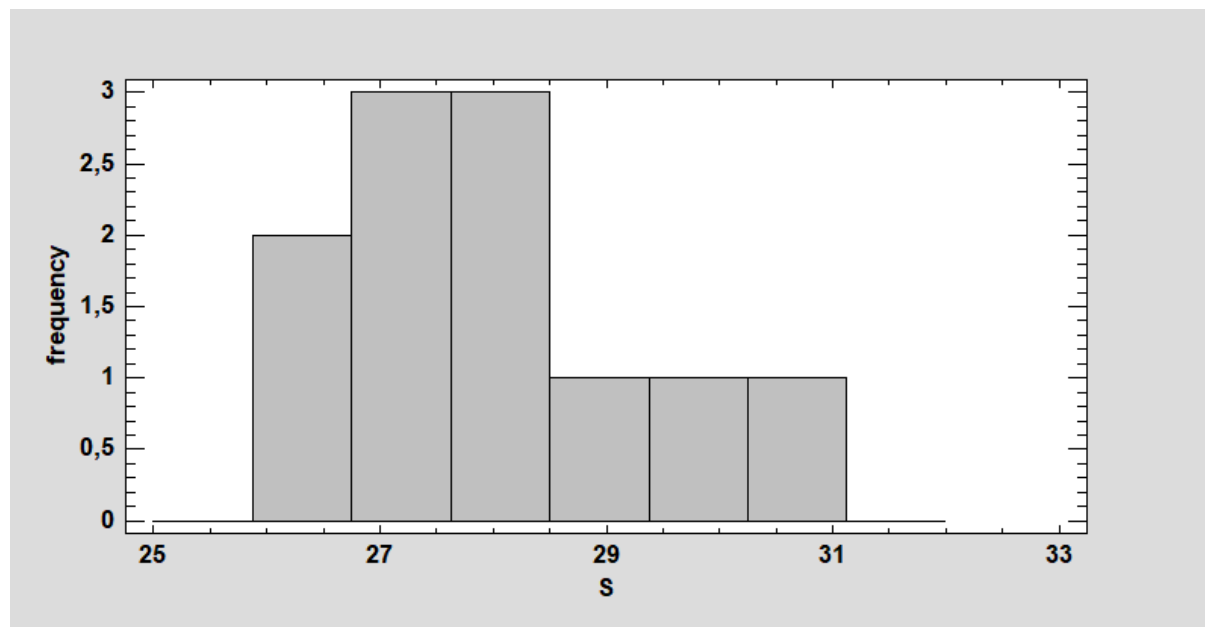
La estadística descriptiva para el análisis de la Riqueza (S) vegetal se resume en la Tabla 3. En ella se incluyen medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. Dentro de los resultados obtenidos, es de particular interés la asimetría estandarizada y la curtosis estandarizada, ya que ambos valores están dentro del rango de -2 a +2, por lo tanto, se valida cualquier prueba estadística debido a que están dentro del rango esperado para datos con una distribución normal.

Por otro lado, el valor positivo de la Asimetría Estadística indica que los datos están agrupados mayoritariamente bajo el promedio. El valor negativo para el Índice de Curtosis indica que la curva normal es del tipo “Platicúrtica”, es decir, menos elevada y menos ancha que una curva normal del tipo mesocúrtica (véase , Figura 4).

Tabla 3: Parámetros estadísticos obtenidos para la riqueza de especies vegetales.

Parámetros	Valores
N	15
Promedio	26,9333
Desviación Estándar	2,18654
Coeficiente de variación	8,11834%
Mínimo	23,0
Máximo	31,0
Rango	8,0
Asimetría Estadística	0,07967
Índice de Curtosis	-0,216998

Figura 4: Histograma de la riqueza (S) vegetal del LVLS.



El Análisis de Frecuencia para S se muestra en la Tabla 4. En ella se muestran las S obtenidas durante los controles estacionales en intervalos de igual ancho. La tabla agrega además, las frecuencias relativas. Estas consisten en la proporción que le corresponde a cada intervalo, en relación a la cantidad de repeticiones que tuvo la S que alberga. De este modo, es posible apreciar que la presencia de 27 y 28 especies vegetales, en la cantidad que más se repite en el tiempo.

Tabla 4: Tabla de Frecuencia para S.

Clase	Limite inf.	Limite sup.	Marca de Clase	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acum.	Frecuencia relativa acum.
	at or below	25		4	0,2667	4	0,2667
1	25	25,875	25,4375	0	0,0000	4	0,2667
2	25,875	26,75	26,3125	2	0,1333	6	0,4000
3	26,75	27,625	27,1875	3	0,2000	9	0,6000
4	27,625	28,5	28,0625	3	0,2000	12	0,8000
5	28,5	29,375	28,9375	1	0,0667	13	0,8667
6	29,375	30,25	29,8125	1	0,0667	14	0,9333
7	30,25	31,125	30,6875	1	0,0667	15	1,0000
8	31,125	32,0	31,5625	0	0,0000	15	1,0000
	above	32		0	0,0000	15	1,0000

5. CONCLUSIÓN

Las mediciones del Laboratorio Vegetal Las Salinas de primavera 2024, evidencian un aumento constante en el volumen de la cobertura vegetal. Así este espacio se posiciona como un referente en integración ecológica dentro de entornos urbanos. El volumen vegetal total alcanzó los 242,58 m³, lo que representa un incremento del 5,93% en comparación con el período anterior.

Las parcelas que registraron los mayores incrementos en volumen vegetal fueron P5 y P3, con aumentos de 10,50 m³ y 6,86 m³, respectivamente. En contraste, las parcelas P8, P4 y P6 presentaron reducciones, con caídas de 2,07 m³; 3,95 m³ y 3,71 m³, respectivamente.

En cuanto a la composición de especies, la parcela P8 ocupó el segundo lugar con un volumen total de 47,20 m³, siendo *Lobelia excelsa* la especie dominante con una representatividad del 14%, mientras que *Baccharis macraei* y *Schinus latifolius* aportaron el 13% y 8%, respectivamente. Por su parte, la parcela P7 alcanzó un volumen total de 40,25 m³, donde *Schinus velutinus* fue la especie predominante, representando el 62% del volumen total, seguida de *Lobelia excelsa* y *Baccharis macraei*, con un 3% y 2% de representatividad respectivamente. Finalmente, la parcela P2 registró el tercer mayor volumen vegetal, con 30,88 m³ en total, destacándose *Baccharis macraei* como la especie dominante, con un 49% de representatividad, seguida de *Haplopappus foliosus* y *Solanum pinnatum*, con un 14% y 11%, respectivamente.

El análisis mostró un aumento significativo en el volumen vegetal de las parcelas P5 y P3 en esta medición de primavera, lo cual contrasta con las mediciones de invierno 2024 en donde fueron las parcelas con mayor disminución en su volumen frente a mediciones anteriores. Por otra parte, las parcelas P4, P6 y P8 presentaron una disminución del volumen vegetal en primavera, aunque previamente, en las mediciones de invierno, habían mostrado el mayor crecimiento volumétrico. A pesar de estas variaciones, la estructura de especies dominantes se mantuvo en todas las parcelas, destacando *Lobelia excelsa*, que incrementó su representatividad, especialmente en la parcela P6, donde pasó del 15% en invierno a un 36% en primavera.

El desarrollo de volumen vegetal, medido a través del índice qz, puede ser interpretado mediante una relación del tipo logarítmica con el tiempo (*DÍAS_TRANS*). Al realizar la transformación matemática de la variable dependiente (*qz*) se tiene un modelo de tipo multiplicativo. La aplicación de este modelo ajustado explica un 96,26% del comportamiento de ambas variables. Este resultado, sumado a los distintos estimadores, confirman la fuerte relación estadística entre las dos variables analizadas.

Por otra parte, la estadística descriptiva, aplicada al comportamiento de la riqueza vegetal (S), permite una mejor aproximación para comprender su accionar en el tiempo y poder incorporarla al índice de desarrollo. Los resultados obtenidos muestran que existe una distribución normal, donde la riqueza que mejor representa a la asociación vegetal bioclimática es la que se concentra alrededor de la mediana. Además, la aparición temporal de especies del tipo geófitas a teridófitas se ubicarían en los extremos de la curva, equivalentes a tres veces la desviación estándar.

Por lo tanto, la inclusión de la S en el índice, debe ser a través de la incorporación de una expresión matemática que incluya una porción de la varianza que represente el sector de la curva normal que acoge la mayor concentración de los datos.

Por último, es necesario destacar que muchas de las especies que han alterado la expresión de S , corresponde a aquellas que no pertenecen al corte florar de la asociación vegetal bioclimática seleccionada. De este modo, resulta relevante lo estricto que se a de ser en la correcta elección de las especies vegetales si su objetivo es la provisión de servicios ecosistémicos al interior de las urbes.

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/>
- Barrera E., M. I. (1981). El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. *Publicación ocasional N°33*, 48.
- 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.
- EPA. (2021). *Seasonality and Climate Change: A Review of Observed Evidence in the United States*. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 430-R-21-002.
- 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 jardinificación. *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.

White, P., & Walker, J. (1997). Approximating Nature's Variation: Selecting and Using Reference Information un Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 5(4), 338-349. doi:10.1046/j.1526-100X.1997.00547.x

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.

(Barrera E, 1981) (Barrera E., 1981)

7. ANEXO METODOLÓGICO

7.1. Obtención del Ortomosaico de Alta Precisión

7.1.1 Materiales

En la Tabla 5 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)

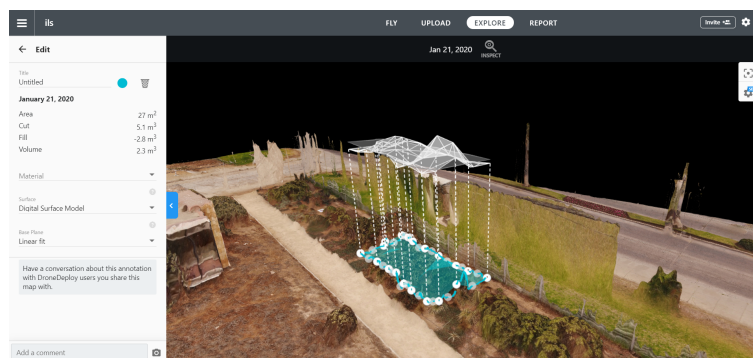
7.1.2 Parametrización

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



7.2. 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:

$$q_z = \frac{m^3 P_i}{m^2 \text{ totales } P_c} \quad \text{Ecuación 9}$$

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.

$$\sum_{i=1}^n q_z = (q_z + q_{z+1} + q_{z+2} + \dots + q_n) \quad \text{Ecuación 10}$$