

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 green beak is perched on the middle curved branch.

INF-EYP-013

Informe Estado de Desarrollo

Laboratorio Vegetal Las Salinas

Período: año 2021

" "En la naturaleza nada existe solo"

Rachel Carson

El Laboratorio Vegetal de Las Salinas surge como una respuesta visionaria frente a los desafíos ambientales y urbanos de nuestro tiempo. En un contexto donde las ciudades suelen crecer de espaldas a la naturaleza, este espacio experimental se levanta como un puente entre la vida urbana y los procesos ecológicos que sostienen la existencia. Aquí, la biodiversidad se transforma en protagonista y nos recuerda que el suelo, las especies vegetales y la dinámica natural no son recursos secundarios, sino cimientos esenciales para el bienestar humano y para la resiliencia de nuestras comunidades. Más que un lugar de observación, el Laboratorio Vegetal es un llamado a repensar la forma en que diseñamos y habitamos nuestras ciudades, reconociendo que no puede haber futuro sustentable sin una profunda integración con la naturaleza.

Este laboratorio vivo no es una colección estática de especies y cada temporada trae consigo un nuevo relato: las especies florecen, se expanden, se retraen o desaparecen momentáneamente, en un ciclo que refleja la memoria del territorio y su capacidad de regeneración. Este dinamismo convierte al Laboratorio en una herramienta pedagógica única, que invita a vecinos, investigadores y visitantes a observar, aprender y maravillarse con la fuerza de la vida que emerge aun en medio de lo urbano.

Atentamente,
Equipo Las Salinas

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. METODOLOGÍA.....	3
3.1. OBTENCIÓN DE ORTOMOSAICO DE ALTA RESOLUCIÓN	3
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	5
5. CONCLUSIÓN	13
6. BIBLIOGRAFÍA.....	15
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 2021	6
TABLA 2: VALORES DE VOLUMEN VEGETAL POR ESPECIE EN CADA PARCELA CENSADA DURANTE EL PERÍODO DE OTO-INV-2021	6
TABLA 3: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) PARA CADA ESPECIE PRESENTE EN EL LV DURANTE EL PERÍODO DE VERANO 2021.....	8
TABLA 4: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) PARA CADA ESPECIE PRESENTE EN EL LV DURANTE EL PERÍODO OTO-INV. 2021	8
TABLA 5: ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD OBTENIDOS EN LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN.....	9
TABLA 6: ÍNDICE DE CRECIMIENTO ALCANZADO EN BASE AL VOLUMEN VEGETAL DURANTE LOS DISTINTOS PERÍODOS DE MEDICIÓN	10
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	10
GRÁFICO 2: VALOR DE IMPORTANCIA (VI) POR ESPECIE VEGETAL DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	11
GRÁFICO 3: VARIACIÓN DEL ÍNDICE J ^I DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES.....	11
GRÁFICO 4: COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE QZ Y DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	12
GRÁFICO 5: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE QZ Y Δ DURANTE LOS CONTROLES ESTACIONALES	12

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

INFORME ANUAL 2021

Consolidación de formas y colores



Laboratorio Vegetal Las Salinas

Autor: Salvador Donghi R.

Fotografía de portada: Asociación vegetal característica del matorral esclerófilo costero.

Autor S. Donghi.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) en Chile no existen las herramientas suficientes para asegurar un desarrollo sostenible (MINVU, 2014). Como consecuencia, hay una escasa consideración del entorno natural. Al respecto, la Política plantea que: “hay varios aspectos no resueltos en la planificación de nuestras ciudades y centros poblados, entre ellos: la incorporación de los ecosistemas y las cuencas hidrográficas en la planificación urbana (este último aspecto es central en zonas de escasez hídrica), la falta de correlación entre planificación urbana y factibilidad de los servicios sanitarios, la contaminación del aire, la falta de herramientas para gestión de residuos, las amenazas de desastres naturales y el manejo del riesgo como un elemento relevante en la toma de decisiones de planificación territorial, en un contexto en que la mayor parte del territorio nacional está expuesta a dichas amenazas” (MINVU, 2014, p68).

De este modo las ciudades chilenas, consideradas como emergentes en el siglo XXI, cargan problemas históricos relacionados con un crecimiento y desarrollo urbano no planificado, lo cual ha generado una desigual dotación de bienes y servicios urbanos. Esto en definitiva, continúa restringiendo la calidad de vida de los habitantes (Flores-Xolocotzi & González-Guillén, 2007).

Además, este comportamiento ha generado una alteración significativa del paisaje, producto de la sustitución de suelos, la fragmentación ecológica y destrucción de hábitats, a lo que se suma la falta de áreas verdes al interior de las ciudades. Todo esto ha impactado gravemente los componentes de valor natural y cultural de las áreas rurales y silvestres (Donghi S, 2020).

Con el afán de revertir esta situación, la OMS y PNUMA (2003) propusieron desarrollar indicadores de sustentabilidad y estándares de calidad de vida, los cuales tomaban en cuenta aspectos económicos, ecológicos y sociales. Uno de los indicadores propuestos, para ambas situaciones, fue la superficie de áreas verdes urbanas por habitante (PNUMA, 2003). La recomendación de estas instituciones era que las ciudades deberían tener un mínimo de 9 m² de área verde por habitante y no debían estar a más de 15 minutos a pie.

Esta recomendación surge de reconocer y entender que las áreas verdes en las ciudades contribuyen a la captación de la lluvia y a la regulación del clima, a la generación de oxígeno, a la absorción de CO₂, contribuyen a mitigar el cambio climático, son refugio de fauna, mantienen los procesos ecológicos y ayudan a conservar los paisajes naturales. En términos urbanos, las áreas verdes proporcionan

espacios para el esparcimiento, el deporte, la educación y la cultura. Además representan un interés educativo, académico y científico.

En consecuencia, las áreas verdes aportan a mejorar la calidad de vida. Por lo tanto, se transforma en una obligación para los estados que la planificación territorial considere este aspecto, con lo cual se contribuirá a la capacidad de resiliencia de las comunidades para asegurar un desarrollo sostenible y ambientalmente equitativo (Miranda, et al. 2015).

Sin embargo, esta consideración debe contemplar que las áreas verdes al interior de las ciudades deben ser elaboradoras de productos silvestres (Donghi S. 2020), al igual como ocurre con los ecosistemas. En consecuencia, debe existir una representación muy estrecha de las asociaciones vegetales que caracterizan biogeográficamente a los territorios al interior de las ciudades.

Es este principio el que ha inspirado al Laboratorio Vegetal de Las Salinas. Una instancia de conocimiento y comprensión de la auto espontaneidad del matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero al interior del contexto urbano, en la región de Valparaíso.

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

Para la obtención del ortomosaico de alta resolución es necesario obtener una nube de puntos densa que reflejará las propiedades tridimensionales del área de estudio y que dará origen al modelo tridimensional, a partir de lo cual se podrá determinar 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.

La información del área de estudio fue levantada el 28 de octubre 2020. 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.

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:

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

Ecuación 1

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

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se analizan a continuación, provienen de las mediciones realizadas el 22 de febrero y 16 de julio de 2021. Los volúmenes obtenidos mediante la metodología aplicada se presentan en la Tabla 1 y Tabla 2. El volumen total alcanzado fue de: 98,65 m³ en la medición de ver-2021 (22/06/2021) y de 101,05 m³ en la medición de oto-inv-2021 (16/07/2021). Estos volúmenes alcanzados se traducen en un incremento del 8,90% y 11,55%, respecto del volumen alcanzado en la medición del ver-2020 respectivamente.

Durante el período ver-2021 las especies que aumentaron su volumen, respecto de la campaña anterior fueron: *Baccharis macraei* (22,61 m³), *Haplopappus foliosus* (19,68 m³), *Schinus latifolius* (17,02 m³) y *Escallonia pulverulenta* (6,23 m³). Otras especies como: *Nolana pullally* y *Lobelia excelsa* mantienen casi inalterado el volumen alcanzado en la medición anterior. Por su parte, *Eryngium paniculatum* y *Stipa caudata* muestran un decrecimiento de su volumen en comparación con mediciones anteriores.

Para la estación siguiente (oto-inv-2021), *B. macraei*, *S. latifolius* y *L. excelsa* aumentaron su volumen a 24,43 m³, 21,10 m³ y 10,83 m³ respectivamente. Al igual que la medición anterior, no mostró incremento en su volumen *Nolana pullally*. Por otra parte, *E. pulverulenta*, muestra un leve descenso en su volumen, alcanzando los 5,98 m³ (Gráfico 1), sin embargo sigue siendo superior a los 4,91 m³ que registró en la temporada pri-2020.

Por otro lado, los VI de cada una de las especies, para ambas mediciones, mostraron incrementos sostenidos sólo en *B. macraei* y *S. latifolius* (Gráfico 2). Si bien *L. excelsa* aumentó su VI de 0,135 a 0,150 durante las mediciones del año 2021, presenta una disminución al comparar pri-2020 con ver-2021, y que va desde los 0,144 a 0,135, debido a la disminución de su volumen (Tabla 8 del anexo).

Otra especie que presentó una disminución de su VI de ver-2021 a oto-inv-2021 es *Haplopappus foliosus*. La especie disminuye de 0,27 a 0,22, siendo esta la primera disminución de su volumen, después de su sostenido crecimiento a partir de oto-2019 (Tabla 8 del anexo). La misma situación de disminución del indicador durante el período ver-2021 a oto-inv-2021 se presentó con *Stipa caudata*, con la diferencia que esta especie ha presentado una disminución constante de este indicador desde oto-inv-2020.

Tabla 1: Valores de volumen vegetal por especie en cada parcela censada durante el período de verano 2021

N°	N. Científico	Hábito	P2 m2	P3 m2	P4 m2	P5 m2	P6 m2	P7 m2	P8 m2	P9 m2	P10 m2
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,160	0,000	0,057
2	<i>Baccharis macraei</i>	Caméfito	4,456	0,230	3,333	0,960	2,670	4,357	4,450	1,580	0,577
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Caméfito	0,000	0,776	0,000	0,220	0,198	0,099	0,210	0,305	0,190
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Geófito	0,010	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	0,020	0,000	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	0,000	0,285	0,630	0,232	0,380	0,486	0,426	1,764	1,281
7	<i>Escallonia pulvurulenta</i>	Fanerófito	0,000	0,000	4,340	1,293	0,000	0,000	0,130	0,000	0,470
8	<i>Flouencia thurifera</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	2,230	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<i>Frankenia salina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,022	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	0,160	0,000	0,000	0,000	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfito	1,171	9,731	0,000	1,920	1,390	1,510	0,000	1,255	2,700
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,380	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	1,400	0,000	1,780	3,989	1,910	0,000	0,000
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Geófito	0,387	0,000	0,963	0,000	0,515	0,000	0,000	0,303	0,000
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	1,382	0,534	1,299	0,960	0,503	0,434	0,730	0,140	0,104
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,210	0,000	0,540
19	<i>Polyachyrus poppigi</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Caméfito	0,040	0,008	0,140	0,004	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000
21	<i>Schinus latifolius</i>	Microfanerófito	1,004	2,967	0,000	2,960	0,000	5,466	3,660	0,960	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	0,012	0,000	0,000	0,011
25	<i>Solanum maritimum</i>	Hemicriptófito	0,141	0,000	0,100	0,160	0,514	0,120	0,132	0,040	0,350
26	<i>Stipa caudata</i>	Caméfito	0,139	0,417	0,453	0,127	0,254	0,553	0,200	0,211	0,257
ni			8,730	14,948	12,740	8,836	10,594	17,027	12,280	6,958	6,537
N			9	8	11	10	11	10	13	11	11
vol T			8,730	14,948	12,740	8,836	10,594	17,027	12,280	6,958	6,537
prom			0,336	0,575	0,490	0,340	0,407	0,655	0,472	0,268	0,251
varianza			0,856	3,844	1,156	0,524	0,558	2,266	1,278	0,266	0,335

Tabla 2: Valores de volumen vegetal por especie en cada parcela censada durante el período de oto-inv-2021

N°	N. científico	Hábito	P2 m2	P3 m2	P4 m2	P5 m2	P6 m2	P7 m2	P8 m2	P9 m2	P10 m2
1	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,000	0,040
2	<i>Baccharis macraei</i>	Caméfito	6,275	0,365	2,977	0,902	2,890	3,420	5,365	1,694	0,544
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Caméfito	0,000	1,084	0,000	0,168	0,201	0,150	0,176	0,469	0,352
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Geófito	0,024	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	0,002	0,000	0,000
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	0,000	0,323	0,517	0,120	0,085	0,426	0,329	1,029	1,035
7	<i>Escallonia pulvurulenta</i>	Fanerófito	0,000	0,000	3,665	1,595	0,000	0,000	0,223	0,000	0,492
8	<i>Flouencia thurifera</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	2,746	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<i>Frankenia salina</i>	Geófito	0,000	0,000	0,022	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	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfito	0,833	7,944	0,000	1,020	1,238	0,410	0,000	1,177	2,897
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,215	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	1,157	0,000	2,156	5,064	2,450	0,000	0,000
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,000	0,000	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Geófito	0,340	0,000	1,038	0,000	0,474	0,000	0,000	0,392	0,000
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	1,393	0,536	1,301	1,107	0,513	0,448	0,799	0,149	0,118
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Geófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,291	0,000	0,803

N°	N. científico	Hábito	P2 m2	P3 m2	P4 m2	P5 m2	P6 m2	P7 m2	P8 m2	P9 m2	P10 m2
19	<i>Polyachyrus poppigii</i>	Hemicriptófito	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000
20	<i>Puya sp.</i>	Caméfito	0,052	0,004	0,107	0,001	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000
21	<i>Schinus latifolius</i>	Microfanerófito	1,677	4,141	0,000	3,234	0,000	7,033	3,910	1,104	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	0,011	0,000	0,000	0,009
25	<i>Solanum maritimum</i>	Hemicriptófito	0,050	0,000	0,100	0,174	0,432	0,096	0,133	0,020	0,381
26	<i>Stipa caudata</i>	Caméfito	0,153	0,239	0,382	0,073	0,179	0,512	0,164	0,161	0,217
		ni	10,796	14,636	11,455	8,394	10,965	17,570	13,927	6,422	6,888
		N	9	8	11	10	11	10	13	11	11
		vol T	10,796	14,636	11,455	8,394	10,965	17,570	13,927	6,422	6,888
		prom	0,415	0,563	0,441	0,323	0,422	0,676	0,536	0,247	0,265
		varianza	1,619	2,951	0,873	0,538	0,728	3,031	1,743	0,217	0,366

Respecto a los resultados que han logrado las asociaciones vegetales presentes en las distintas parcelas de muestreo, el mayor volumen vegetal lo alcanzó P7, seguido de P3 y P8 (valores ni en Tabla 5). Sin embargo, P8, P7 y P3 tienen en los índices J' más bajos durante el año 2021 (Gráfico 3). Caso contrario ocurre con P6 y P9 presentan los índices J' más elevados del año 2021 (Gráfico 3), siendo que tienen volúmenes vegetales de la media hacia abajo, como es el caso de P9. Esta parcela históricamente ha tenido un menor desarrollo de su volumen vegetal en comparación a otras parcelas. Caso distinto ocurre con P6, la cual durante el año 2021 estuvo dentro de las cinco parcelas con mayor desarrollo.

El Gráfico 4 muestra el comportamiento del índice qz durante los controles estacionales. En el es posible apreciar como históricamente este índice ha aumentado su valor. Dentro de este comportamiento, P7 y P4 representan las asociaciones vegetales más eficientes en términos de la utilización de los metros cuadrados de suelo urbano.

Este sostenido desarrollo del volumen de masa vegetal en el Laboratorio ha permitido mantener también un alza sostenida del índice δ , tal como se aprecia en el Gráfico 5 y Tabla 6.

Así entonces, del valor alcanzado durante el período pri-2020, equivalente a 0,2863, se subió a 0,3118 en ver-2021 y a 0,3194 en oto-inv-2021.

Tabla 3: Valor de Importancia (VI) para cada especie presente en el LV durante el período de verano 2021

N°	N. científico	Hábito	Σ m³	f	f relat	cobs abs	cobs relat	V.I.
1	<i>Alstroemeria pelegriana</i>	Geófito	0,217	2	0,021	0,22	0,002	0,023
2	<i>Baccharis macraei</i>	Caméfito	22,613	9	0,096	22,61	0,229	0,325
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Caméfito	1,998	7	0,074	2,00	0,020	0,095
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Geófito	0,010	1	0,011	0,01	0,000	0,011
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,020	1	0,011	0,02	0,000	0,011
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	5,484	8	0,085	5,48	0,056	0,141
7	<i>Escallonia pulvurulenta</i>	Fanerófito	6,233	4	0,043	6,23	0,063	0,106
8	<i>Flourenzia thurifera</i>	Caméfito	2,230	1	0,011	2,23	0,023	0,033
9	<i>Frankenia salina</i>	Geófito	0,022	1	0,011	0,02	0,000	0,011
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,160	1	0,011	0,16	0,002	0,012
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfito	19,677	7	0,074	19,68	0,199	0,274
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,380	1	0,011	0,38	0,004	0,014
13	<i>Leucocoryne purpurea</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	9,079	4	0,043	9,08	0,092	0,135
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,060	1	0,011	0,06	0,001	0,011
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Geófito	2,168	4	0,043	2,17	0,022	0,065
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	6,086	9	0,096	6,09	0,062	0,157
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Geófito	0,750	2	0,021	0,75	0,008	0,029
19	<i>Polyachyrus poppigii</i>	Hemicriptófito	0,042	1	0,011	0,04	0,000	0,011
20	<i>Puya sp.</i>	Caméfito	0,212	5	0,053	0,21	0,002	0,055
21	<i>Schinus latifolius</i>	Microfanerófito	17,017	6	0,064	17,02	0,173	0,236
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófito	0,023	2	0,021	0,02	0,000	0,022
25	<i>Solanum maritimum</i>	Hemicriptófito	1,557	8	0,085	1,56	0,016	0,101
26	<i>Stipa caudata</i>	Caméfito	2,611	9	0,096	2,61	0,026	0,122
VOLUMEN TOTAL ALCANZADO			98,649					

Tabla 4: Valor de Importancia (VI) para cada especie presente en el LV durante el período oto-inv. 2021

N°	N. científico	Hábito	Σ m³	f	f relat	cobs abs	cobs relat	V.I.
1	<i>Alstroemeria pelegriana</i>	Geófito	0,105	2	0,021	0,11	0,001	0,022
2	<i>Baccharis macraei</i>	Caméfito	24,432	9	0,096	24,43	0,242	0,338
3	<i>Bahia ambrosioides</i>	Caméfito	2,600	7	0,074	2,60	0,026	0,100
4	<i>Cistanthe grandiflora</i>	Geófito	0,024	1	0,011	0,02	0,000	0,011
5	<i>Cryptocarya alba</i>	Fanerófito	0,002	1	0,011	0,00	0,000	0,011
6	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito	3,864	8	0,085	3,86	0,038	0,123
7	<i>Escallonia pulvurulenta</i>	Fanerófito	5,975	4	0,043	5,98	0,059	0,102
8	<i>Flourenzia thurifera</i>	Caméfito	2,746	1	0,011	2,75	0,027	0,038
9	<i>Frankenia salina</i>	Geófito	0,022	1	0,011	0,02	0,000	0,011
10	<i>Fuchsia lycioides</i>	Nanofanerófito	0,050	1	0,011	0,05	0,000	0,011
11	<i>Haplopappus foliosus</i>	Caméfito	15,519	7	0,074	15,52	0,154	0,228
12	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Caméfito	0,215	1	0,011	0,22	0,002	0,013
13	<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
14	<i>Lobelia excelsa</i>	Nanofanerófito	10,827	4	0,043	10,83	0,107	0,150
15	<i>Lobelia polyphylla</i>	Nanofanerófito	0,190	1	0,011	0,19	0,002	0,013
16	<i>Nolana crassulifolia</i>	Geófito	2,244	4	0,043	2,24	0,022	0,065
17	<i>Nolana pullally</i>	Geófito	6,363	9	0,096	6,36	0,063	0,159
18	<i>Oxalis gigantea</i>	Geófito	1,094	2	0,021	1,09	0,011	0,032
19	<i>Polyachyrus poppigii</i>	Hemicriptófito	0,020	1	0,011	0,02	0,000	0,011
20	<i>Puya sp.</i>	Caméfito	0,177	5	0,053	0,18	0,002	0,055
21	<i>Schinus latifolius</i>	Microfanerófito	21,099	6	0,064	21,10	0,209	0,273
22	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
23	<i>Sisyrinchium chilense</i>	Geófito	0,000	0	0,000	0,00	0,000	0,000
24	<i>Sisyrinchium striatum</i>	Geófito	0,020	2	0,021	0,02	0,000	0,021
25	<i>Solanum maritimum</i>	Hemicriptófito	1,386	8	0,085	1,39	0,014	0,099
26	<i>Stipa caudata</i>	Caméfito	2,080	9	0,096	2,08	0,021	0,116
VOLUMEN TOTAL ALCANZADO			101,053					

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

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	m ³ 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	m ³ 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	m ³ 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	m ³ cbtra veg.	7,42	10,96	8,08	8,06	9,55	13,84	11,94	7,61	8,95	86,40	31	26	0,2731
	qz	0,0197	0,0290	0,0214	0,0214	0,0253	0,0367	0,0316	0,0202	0,0237	0,2290			
PRI-20	m ³ cbtra veg.	7,89	14,00	10,35	9,29	10,44	14,34	9,82	6,95	7,50	90,59	31	26	0,2863
	qz	0,0209	0,0371	0,0274	0,0246	0,0277	0,0380	0,0260	0,0184	0,0199	0,2401			
VER-21	m ³ cbtra veg.	8,73	14,95	12,74	8,84	10,59	17,03	12,28	6,96	6,54	98,65	31	26	0,3118
	qz	0,0231	0,0396	0,0338	0,0234	0,0281	0,0451	0,0326	0,0184	0,0173	0,2615			
OTO-INV-21	m ³ cbtra veg.	10,80	14,64	11,46	8,39	10,96	17,57	13,93	6,42	6,89	101,05	31	26	0,3194
	qz	0,0286	0,0388	0,0304	0,0223	0,0291	0,0466	0,0369	0,0170	0,0183	0,2679			

Gráfico 1: Variación del volumen vegetal durante los controles estacionales

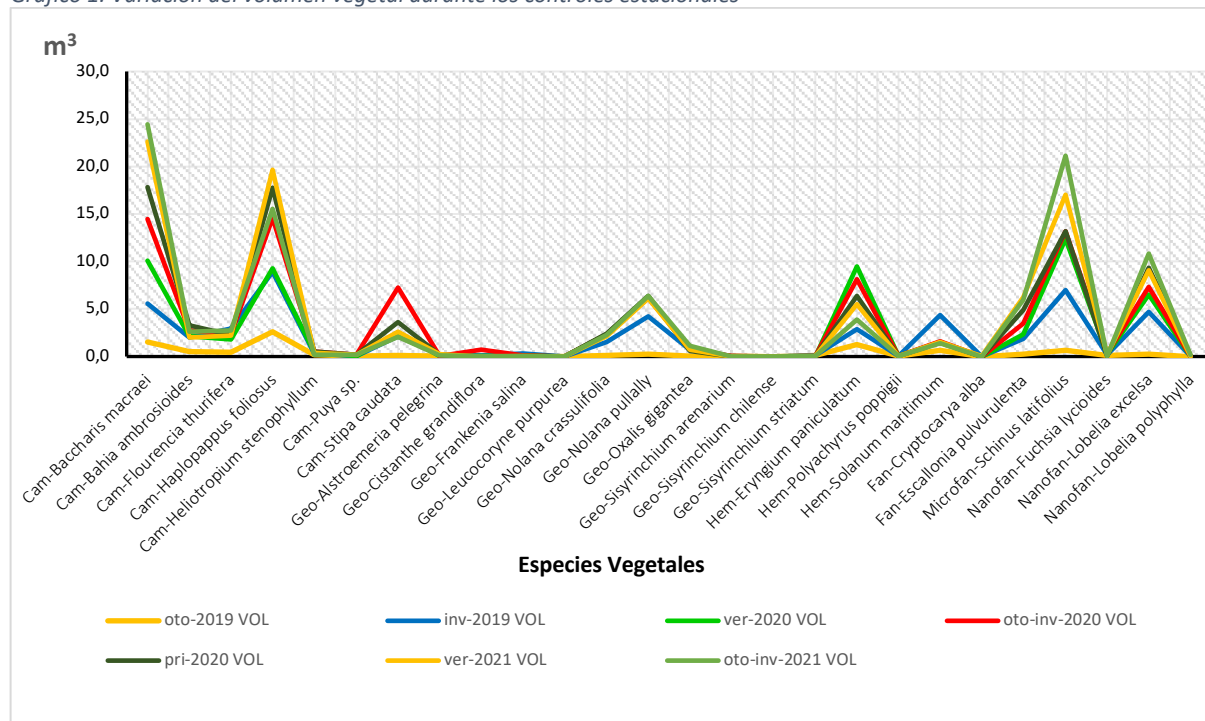


Gráfico 2: Valor de Importancia (VI) por especie vegetal durante los controles estacionales

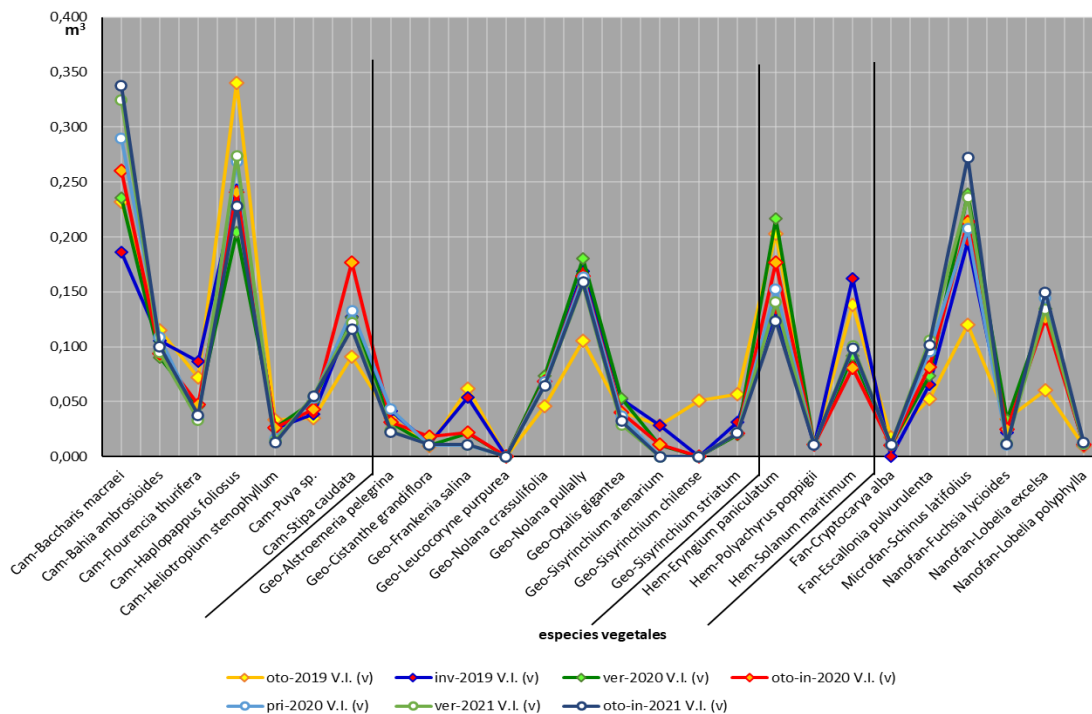


Gráfico 3: Variación del índice J' durante los controles estacionales

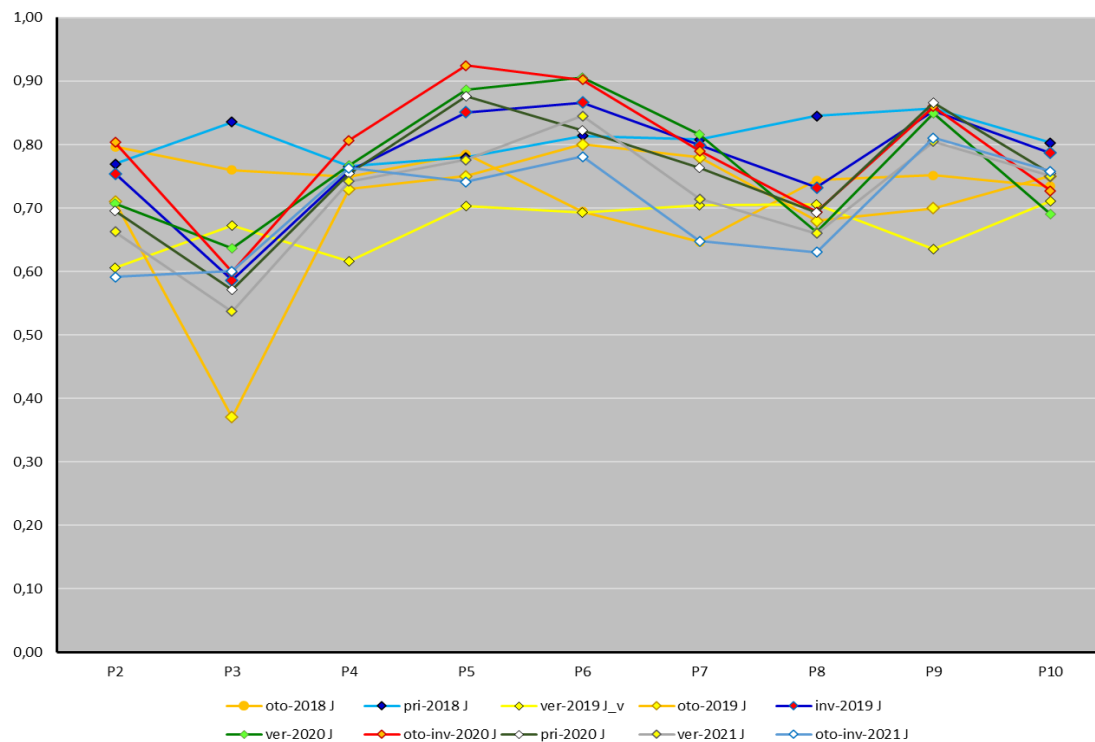


Gráfico 4: Comportamiento del índice qz y durante los controles estacionales

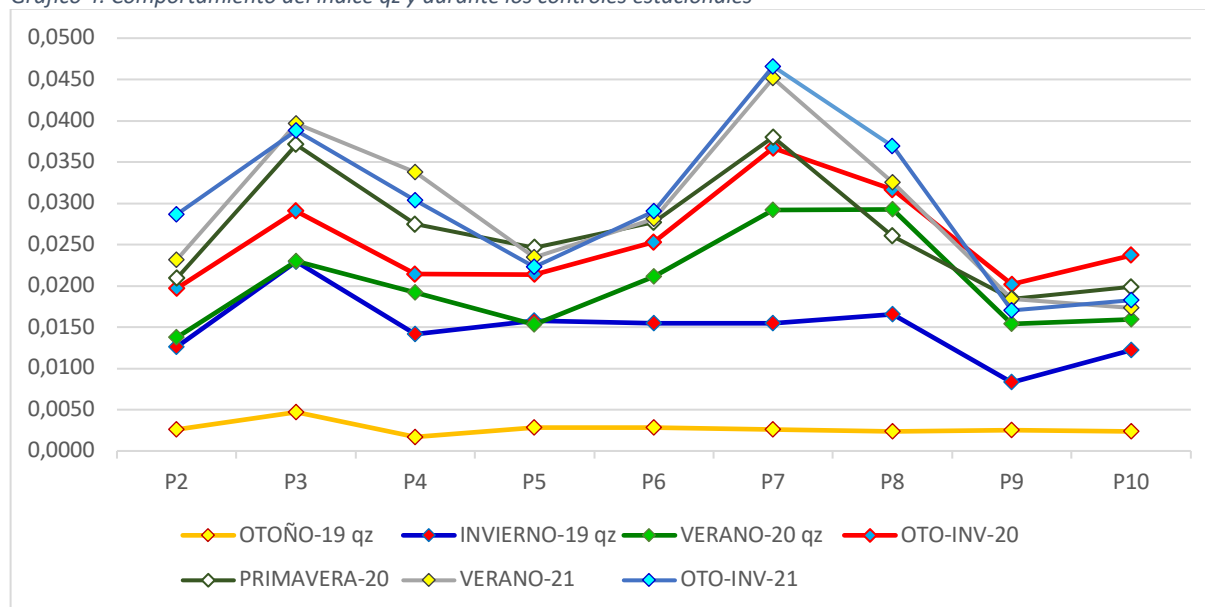
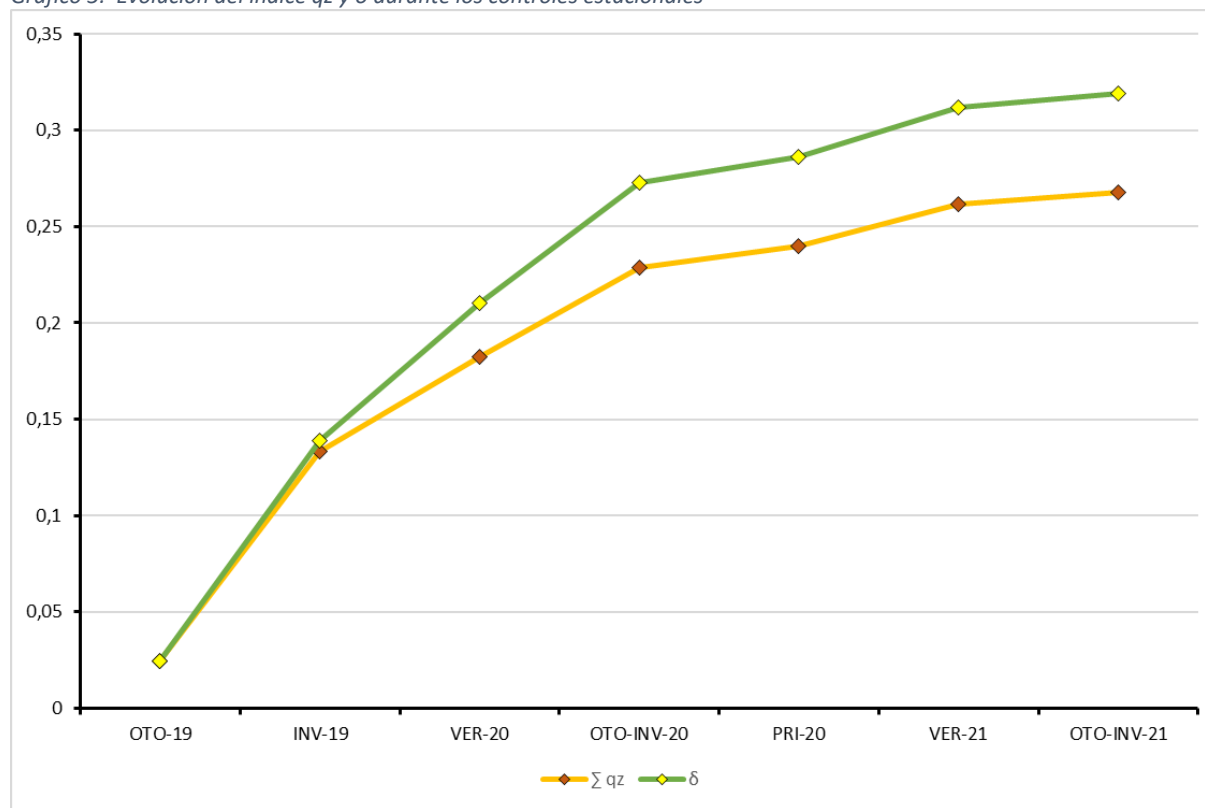


Gráfico 5: Evolución del índice qz y δ durante los controles estacionales



5. CONCLUSIÓN

Los resultados alcanzados por el Laboratorio Vegetal Las Salinas, en base al modelo de medición propuesto, muestra un constante incremento del volumen vegetal en relación a la superficie de suelo urbano. Sin embargo, y en el entendido que el objetivo del laboratorio es replicar la asociación vegetal zonal que caracteriza al ecosistema mediterráneo costero, es necesario considerar su composición en términos de su biodiversidad.

Hasta el momento, no hemos integrado -en una propuesta de polinomio- los distintos índices que se han trabajado. No obstante, su evaluación ha estado presente en todas las mediciones estacionales. Es así como ha sido posible ir distinguiendo que el desarrollo del volumen vegetal no es proporcional a un mejor índice de biodiversidad (H'), y menos de equidad (índice J').

Esta situación se vio representada durante el año 2021 por P8, P7, P4 y P3. Estas parcelas de muestreo presentaron el mayor volumen vegetal (valores ni en Tabla 5), sin embargo, tuvieron los índices J' más bajos (Gráfico 3). Esta situación está dada por el exceso de dominancia que representan -principalmente- *Schinus latifolius*, *Baccharis macraei* y *Lobelia excelsa*, debido a un mayor desarrollo respecto del resto de las especies, lo cual influye negativamente en los índices de biodiversidad.

Por otro lado, P6 y P9 presentan los índices J' más elevados y volúmenes vegetales de la media hacia abajo. La razón de esto es que en ambas parcelas el tercer cuartil está constituido por 4 especies, *Baccharis macraei*, *Haplopappus foliosus*, *Flourenzia thurifera* y *Lobelia excelsa*, presentes en P6 y *B. macraei*, *H. foliosus*, *Eryngium paniculatum* y *Schinus latifolius*, para P9. Esta característica proporciona una representación más equilibrada de las especies vegetales, lo que se traduce en índices de biodiversidad más elevados.

Estas parcelas, representan un modelo de estudio interesante, no sólo por el comportamiento descrito anteriormente, sino porque P9 es la parcela que históricamente ha tenido el menor desarrollo de volumen vegetal. Caso distinto ocurre con P6. Esta parcela presenta un desarrollo de su volumen vegetal que históricamente ha estado entre los 5 más altos, sin que esto signifique una disminución de los índices de biodiversidad, probablemente por la ausencia de especies fanerógamas.

Dentro de los análisis efectuados, se aprecia que por períodos aparecen especies vegetales con una disminución de sus volúmenes respecto a mediciones anteriores. Esta situación resulta lógica desde el punto de vista biológico, pues aquellas especies pertenecientes a las hemcriptófitas, geófitas y caméfitas, a diferencia de lo que ocurre con las fanerófitas, no se mantienen siempre con follaje.

Indudablemente, esto alterará cualquier medición centrada en el desarrollo del volumen vegetal, lo que nos plantea rediseñar los períodos de muestreo, el seguimiento del número de especies por unidad de análisis o la asignación de constantes que eviten la disminución numérica de la biodiversidad.

Por lo tanto, permanece el desafío de perfeccionar el indicador de desarrollo de modo que no sólo de cuenta de la eficiencia vegetal en la utilización del suelo urbano, sino que también incorpore la biodiversidad y las distintas estrategias de germinación de las especies presentes en los distintos contextos biogeográficos. Esto resulta esencial, ya que el índice de desarrollo debe evidenciar la efectividad de replicar aquellas asociaciones vegetales que definen biogeográficamente a los territorios. En definitiva, así será posible instalar al interior de las urbes nodos elaboradores de productos silvestres, a partir de los cuales se cosecharán servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar de las ciudades.

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.

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.
- 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
- Luebert, F., & Pliscoff, P. (2017). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Marticorena, C. y. (1985). Catálogo de la Flora Vascular de Chile. *Gayana Botánica*, 42(1-2), 1-157.
- 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.

Teillier, S. (2005). *Nuestra Diversidad Biológica*. Santiago.

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 **¡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)

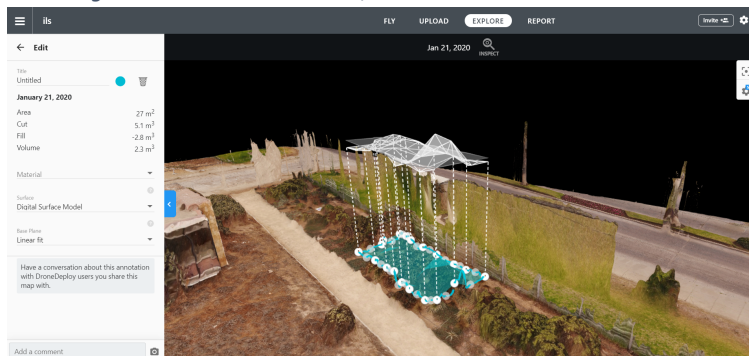
7.1.2 Parametrización

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 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 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 pelegina	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	50,77	2,80	1,98	18,14	0,27	0,55	0,14	0,21	0,00	0,00	0,00	1,50	4,60	1,00	0,00	0,00	0,00	4,70	0,00	3,18	0,00	8,24	33,91	0,00	8,83	0,07	140,90
oto-2023	V.I. (v)	0,48	0,09	0,03	0,24	0,02	0,04	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,08	0,00	0,10	0,32	0,00	0,12	0,01	140,90