

Análisis de Identificación de Impactos

Proyecto Quillota Respira

Equipo de Docente Duoc UC
Ingrid Astrid Melo Pardo
Alejandro Miguel Salinas Cáceres

Octubre de 2024

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETIVO GENERAL	3
3. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS	4
3.1. Impactos Ambientales	4
3.1.1. Mejora de la Calidad del Aire	4
3.1.2. Mitigación del Cambio Climático	12
3.1.2.1. Captura de CO ₂	12
3.1.2.2. Reducción de la temperatura ambiente	13
3.1.3. Protección de la Biodiversidad	16
3.2. Impactos Sociales	26
3.2.1. Mejora de la Calidad de Vida	26
3.2.2. Fomento de la Comunidad	27
3.2.3. Educación Ambiental	28
3.3. Impactos Económicos	29
3.3.1. Aumento del Valor de la Propiedad	31
3.3.2. Desarrollo del Turismo	31
3.3.3. Beneficios Económicos Indirectos	32
3.3.3.1. Mejora de la salud pública	32
3.3.3.2. Protección de la infraestructura	33
3.3.3.3. Aumento de la productividad laboral	34
3.3.3.4. Acceso a fondos para nuevas iniciativas	34
CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS	39

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio nació por la necesidad de poder determinar con mayor claridad los impactos positivos que generó el Proyecto “Quillota Respira Frente al Cambio Climático”, que tenía como objetivo general “Mitigar los niveles de Gases de Efecto Invernadero (GEI) existentes en la comuna de Quillota, mejorando la calidad del aire, la salud y la vida de los ciudadanos, mediante una propuesta de promoción, difusión, educación, arborización planificada e inteligente y sostenible”.

Para ello se revisó diferentes estudios, investigaciones y publicaciones, en donde se pudieran evidenciar los impactos que genera la reforestación urbana y periurbana, así como páginas de Chile con información de calidad de aire y variables climatológicas.

Además se realizaron visitas a la comuna de Quillota con el propósito de recolectar alguna información relevante y poder conversar con distintos actores involucrados, tales como funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Quillota y con personas que viven en la comuna, para poder conocer su experiencia.

1. ANTECEDENTES

El Programa “Quillota Respira” surge en el año 2018, siendo el proyecto de arborización urbana más grande del país, teniendo como meta plantar 1 árbol por cada habitante de la comuna, para un total de 100.000 árboles (un 80% de especies nativas y un 20% de especies ornamentales exóticas). El árbol número 100 mil se plantó en diciembre de 2023, en la Plaza de Armas de Quillota.

La iniciativa fue desarrollada en conjunto por la Ilustre Municipalidad de Quillota, la empresa Enel y Duoc-UC. Esta intervención no solo se basó en la plantación de los árboles, si no que se fundamentó en distintos pilares como la educación ambiental y la participación ciudadana, logrando una conciencia y compromiso de todas las instituciones participantes, así como de toda la sociedad civil. Este proyecto logró que la comunidad se involucre en el cuidado y

mantenimiento de los árboles que adoptaron y fue fundamental el compromiso que ellos generaron, ya que esto fue un aspecto crucial para el éxito del proyecto

Para cumplir con el objetivo del proyecto se realizaron diferentes acciones tales como:

- Plantaciones con la participación de juntas de vecinos, establecimientos educacionales, ONG y empresas
- Plantaciones con cuadrilla externa de plantación
- Educación ambiental con establecimientos educacionales de la comuna, para lograr conciencia en el cuidado del medio ambiente y en implementar hábitos más sustentables.
- Banco de semillas y vivero, que tienen como objetivo principal el lograr multiplicar las especies y tener a disposición cierta cantidad de especies que puedan ser plantadas en un futuro en zonas donde se requiera.
- Capacitaciones a la comunidad, en donde realizaron diversos talleres y charlas, donde pudieron identificar los beneficios del proyecto y prácticas de cuidado necesarios para el adecuado desarrollo de las empresas arbóreas, así como. Dentro de este marco se desarrolló además el curso online “Juntos Levantando Puentes Verdes” que tuvo como objetivo promover y educar en un estilo de vida sostenible, mostrando acciones básicas que las personas de la comuna pudieran implementar.
- Se creó el libro “Manual de Propagación. Flora Nativa de Chile Central” con el propósito de generar no solo una guía práctica de propagación sino de fomentar la conservación de la flora nativa.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar los impactos positivos en los ámbitos ambientales, sociales y económicos, que el proyecto Quillota Respira ha generado y analizar cómo se pueden seguir proyectando estos al futuro.

3. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS.

3.1 Impactos Ambientales

3.1.1 Mejora de la Calidad del Aire:

La calidad del aire, un aspecto fundamental no solo para la salud humana, sino además para el bienestar ambiental, por lo que es preocupante evidenciar que la contaminación atmosférica, ha alcanzado niveles alarmantes en muchas ciudades del mundo.

La empresa suiza IQAir realiza constantes mediciones en tiempo real, y realizan ranking para la ciudades más contaminadas de Chile, teniendo como base el Índice de Calidad del Aire (ICA), durante el mes de septiembre de 204, Quillota, se encontró entre el 6° y 7° lugar de este ranking, por lo que la calidad del aire es un tema relevante de la comuna.

En este contexto, los árboles son sin duda, unos aliados importantes para poder contar con un aire más limpio, ya que a través de diversos mecanismos biológicos y ecológicos, estos organismos vegetales actúan como filtros naturales, capturando y eliminando una amplia gama de contaminantes atmosféricos. Uno de los mecanismos más conocidos por los cuales los árboles contribuyen a mejorar la calidad del aire es a través de la absorción de dióxido de carbono (CO₂). Durante el proceso de fotosíntesis, los árboles utilizan el CO₂ como fuente de carbono para construir sus tejidos y liberan oxígeno a la atmósfera. De esta manera, los bosques actúan como sumideros de carbono, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático y a reducir las concentraciones de este importante gas de efecto invernadero en la atmósfera (Pan et al., 2011).

Además del CO₂, los árboles también son capaces de absorber otros contaminantes atmosféricos, como óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas en suspensión. Las hojas de los árboles actúan como superficies de absorción, reteniendo las partículas contaminantes y permitiendo que sean eliminadas a través de procesos biológicos o depositadas en el suelo (Nowak et al., 2006).

Investigaciones han revelado que los árboles pueden remover hasta el 70% de las partículas finas (PM2.5) del aire, las cuales están asociadas con graves problemas de salud respiratoria (Van den Bosch, 2019).

Según Falcón (2007), en un estudio en la ciudad de Chicago, estimó que los árboles eliminan 5.575 toneladas de contaminantes atmosféricos por un año, además establecieron que una calle con árboles reduce de un 10 a 15 % las partículas de polvo en suspensión en comparación con una calle similar sin arbolado.

Además los árboles plantados en calles, parques y jardines actúan como barreras físicas que reducen la velocidad del viento y favorecen la sedimentación de las partículas contaminantes. Además, las raíces de los árboles ayudan a estabilizar el suelo, previniendo la erosión y reduciendo la resuspensión de partículas en el aire (Escobedo et al., 2010).

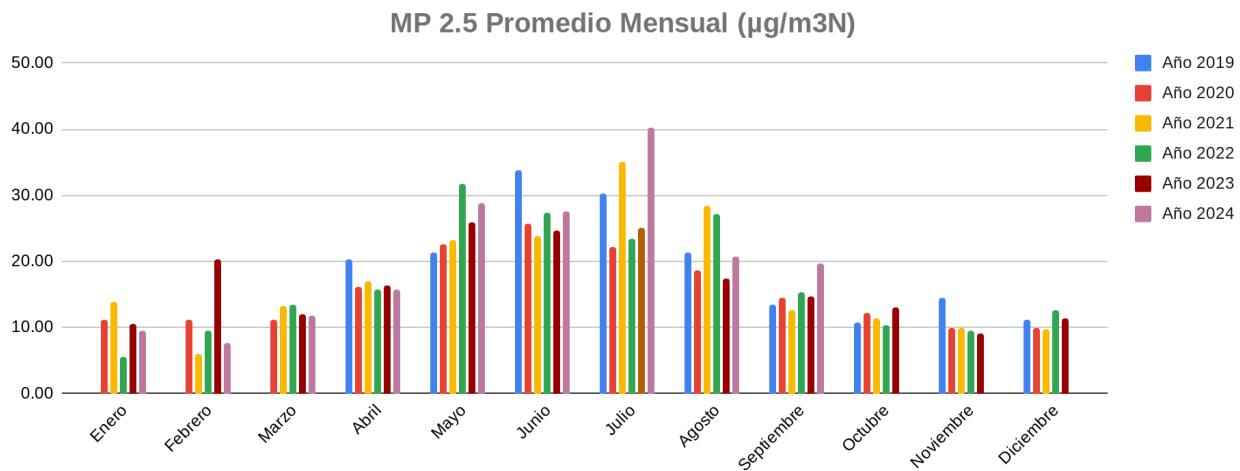
Un análisis realizado por Urban Ecology Research Learning Alliance (UERLA), calculó la cantidad de contaminación eliminada por las copas de los árboles de los bosques urbanos en 11 parques del Área de la Capital Nacional de Estados Unidos y logró determinar que estos parques eliminan más de 1,1 millones de toneladas métricas de contaminación del aire cada año.

En el caso específico de Quillota Respira, se espera una reducción significativa en los niveles de material particulado y otros contaminantes atmosféricos.

Se revisaron los datos de las estaciones de calidad de aire, la de San Pedro y la de Cuerpo de Bomberos, para Material Particulado 2,5 (MP 2,5), Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Nitrógeno (NO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Metano (CH₄) y Monóxido de Carbono (CO), del periodo entre enero de 2019 y septiembre de 2024, para analizar si se han presentado algún tipo de variación significativa hasta el momento.

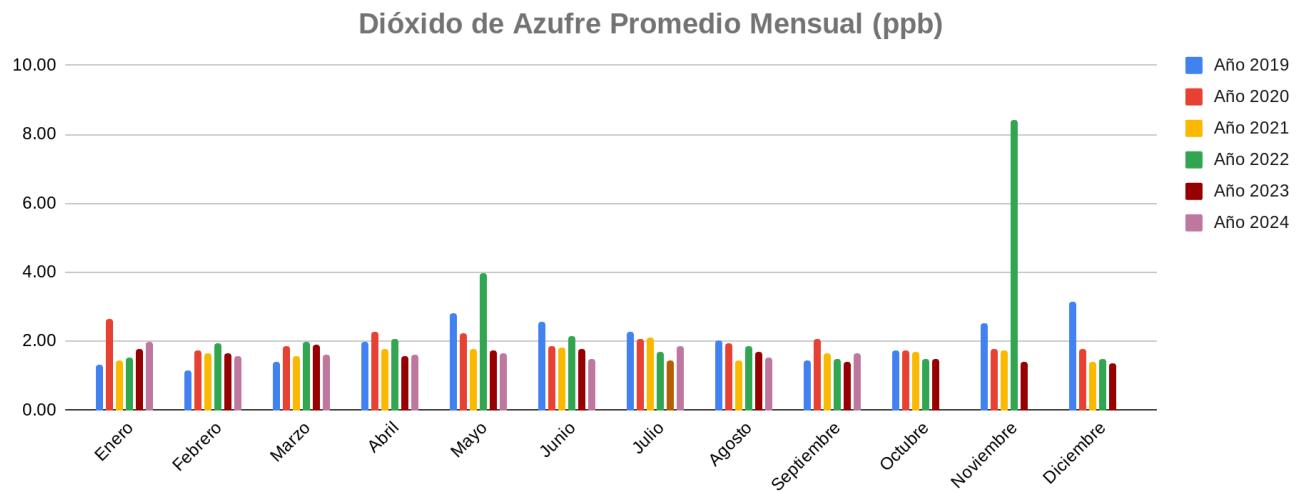
En las figuras de la 1 a la 6, se puede observar los valores promedios mensuales para cada uno de los contaminantes según los registros de la Estación San Pedro. No se observa hasta el momento ninguna diferencia significativa entre los promedios en los distintos años.

Figura 1: Promedio Mensual de MP 2,5. Estación San Pedro



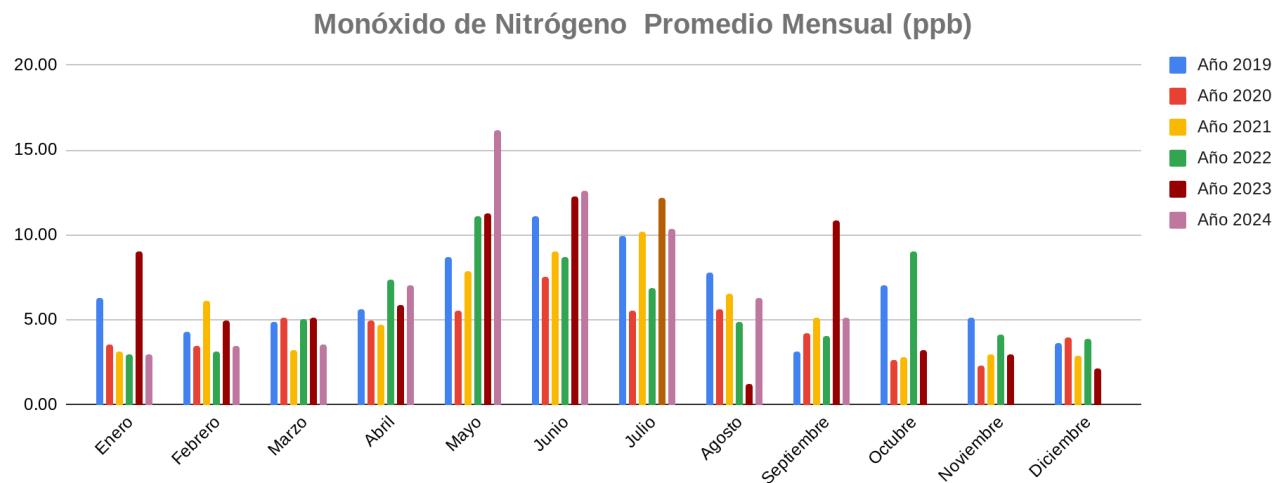
Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 2: Promedio Mensual de SO₂. Estación San Pedro



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 3: Promedio Mensual de NO. Estación San Pedro



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 4: Promedio Mensual de NO₂. Estación San Pedro

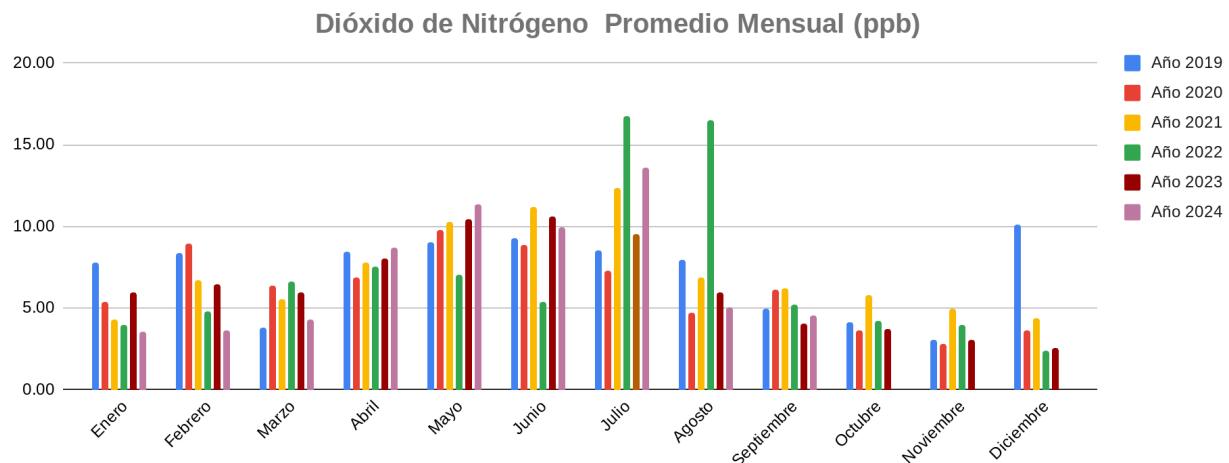
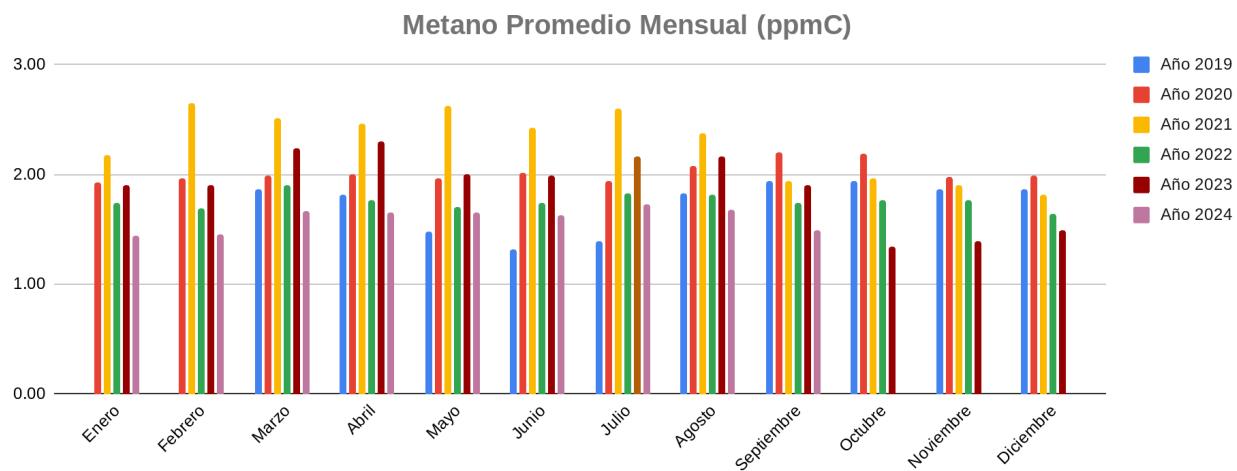
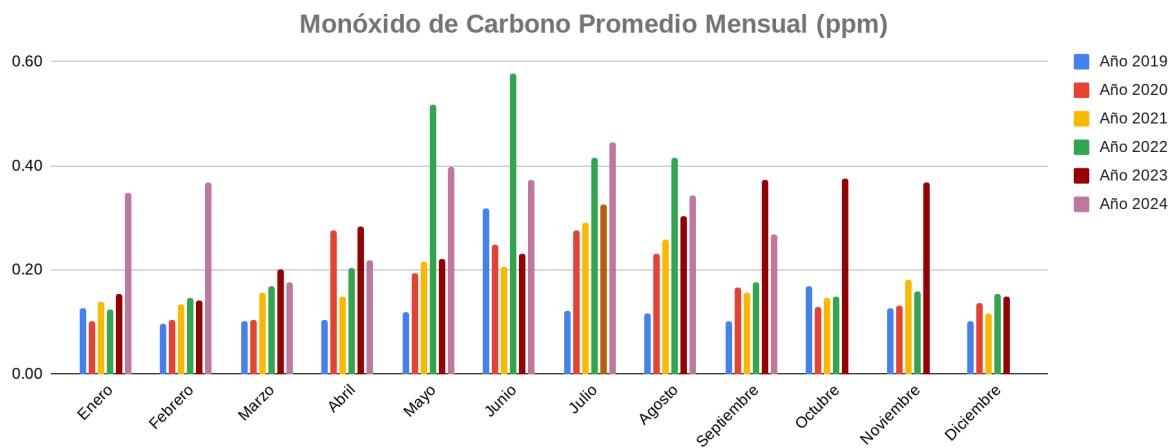


Figura 5: Promedio Mensual de CH₄. Estación San Pedro



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

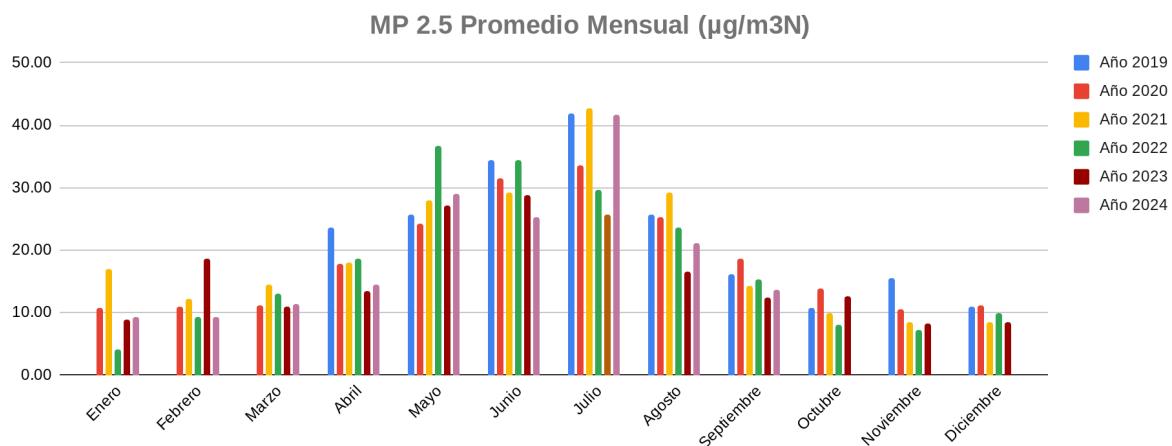
Figura 6: Promedio Mensual de CO. Estación San Pedro



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

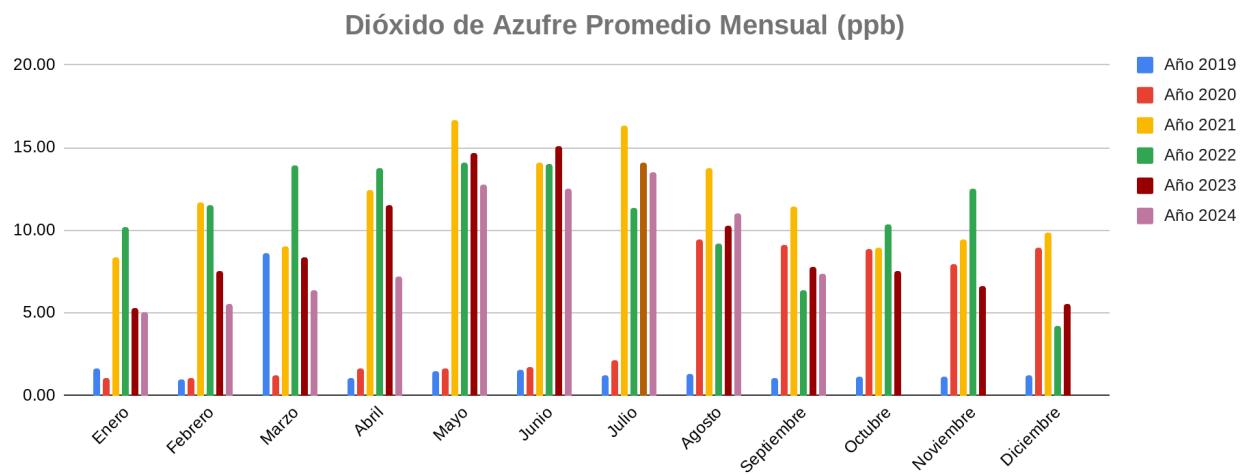
El mismo análisis se logra realizar revisando los datos de la Estación Cuerpo de Bomberos (Figuras de la 7 a la 12), donde no se logra apreciar un cambio significativo en la calidad del aire.

Figura 7: Promedio Mensual de MP 2,5. Estación Cuerpo de Bomberos



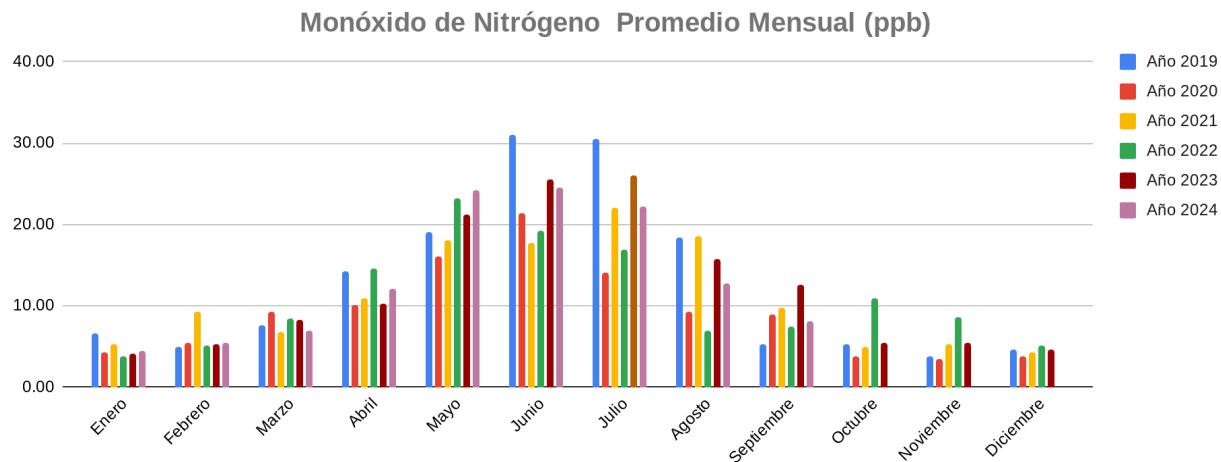
Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 8: Promedio Mensual de SO₂. Estación Cuerpo de Bomberos



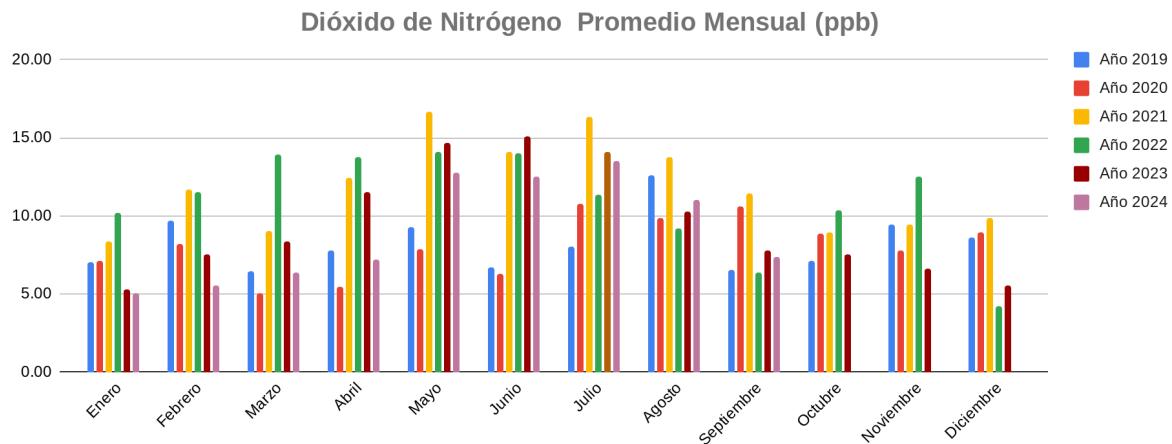
Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 9: Promedio Mensual de NO. Estación Cuerpo de Bomberos



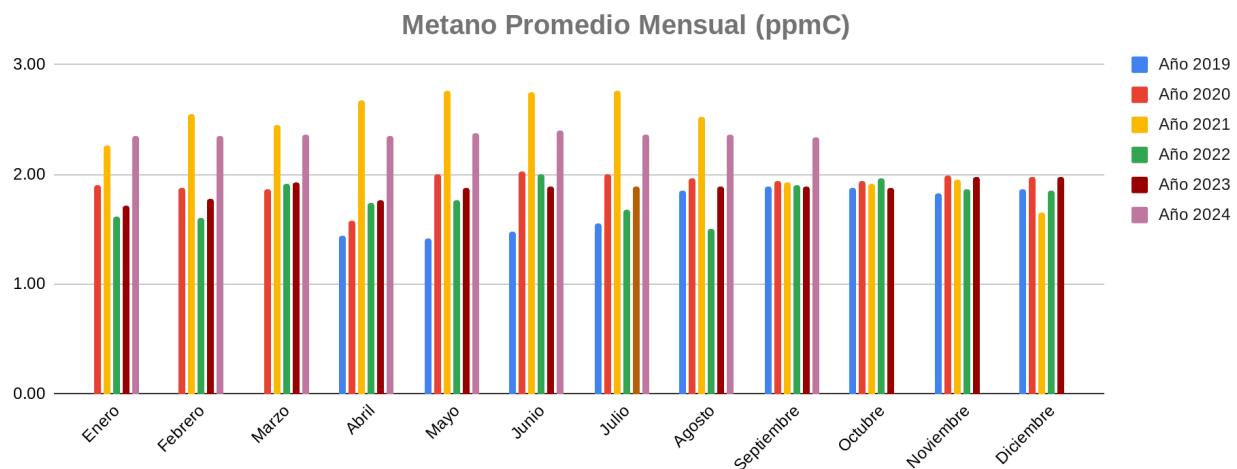
Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 10: Promedio Mensual de NO. Estación Cuerpo de Bomberos



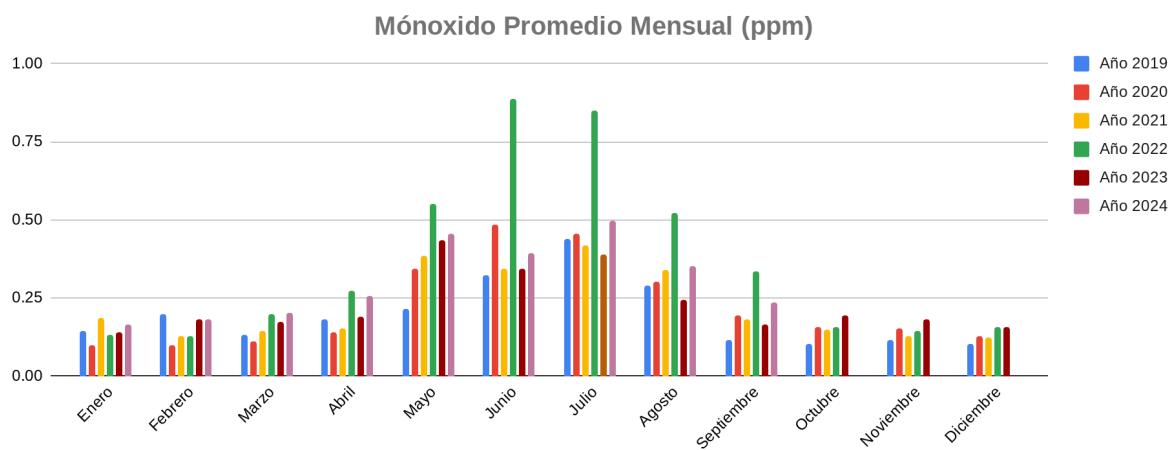
Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 11: Promedio Mensual de CH₄. Estación Cuerpo de Bomberos



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Figura 12: Promedio Mensual de CO. Estación Cuerpo de Bomberos



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

Es importante tener en cuenta que un alto porcentaje de los árboles aún se encuentran en edades muy tempranas, por lo que el impacto que pueden generar es menor, pero teniendo en cuenta lo recopilado en estudios ya mencionados y en la experiencia en otros proyectos de reforestación urbana, estos deberían ir creciendo al pasar de los años, esto determinado principalmente por que los contaminantes son absorbidos por las estomas de las hojas, para

posteriormente incorporarlos a sus distintos procesos metabólicos, por lo que a mayor masa foliar, mayor capacidad para mejorar la calidad del aire.

En la figura 13 se puede observar cuales son las características de la vegetación que son relevantes para la mejora de la calidad del aire.

Figura 13: Atributos Relevantes en la Vegetación para el Mejoramiento de la Calidad del Aire



Fuente: Retamal,2015.

3.1.2 Mitigación del Cambio Climático:

3.1.2.1: Captura de CO₂: como ya se mencionó, los árboles actúan como sumideros de carbono, capturando el CO₂ de la atmósfera y almacenándolo en su biomasa. En el proceso de fotosíntesis, los árboles utilizan el CO₂, el agua y la energía solar para producir la glucosa necesaria para su crecimiento y sus procesos fisiológicos, además de oxígeno.

La capacidad de los árboles para secuestrar carbono varía según la especie, la edad, el tamaño y las condiciones ambientales. Los árboles de mayor tamaño y con mayor densidad de madera, como las secuoyas y los robles, pueden almacenar mayores cantidades de carbono.

Además, los bosques jóvenes, en crecimiento activo, suelen ser más eficientes en la captura de CO₂ que los bosques maduros (Pan et al., 2011).

Varios estudios han tratado de cuantificar la capacidad de captura de CO₂ de los árboles. Sin embargo, es importante destacar que las estimaciones pueden variar considerablemente.

Según un estudio de la Fundación Aquae, un árbol absorbe aproximadamente entre 10 kg y 30 kg de CO₂ al año. (Fundación Aquae, s.f.)

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que un árbol adulto puede absorber hasta 150 kg de CO₂ al año. (WWF Paraguay, 2020.)

La Oficina del Cambio Climático de Bilbao, sugiere que un árbol almacena cerca de 165 kg de CO₂ al año, pero algunas especies pueden capturar cantidades mayores. (BioBilbao, s.f.).

Teniendo en cuenta estos antecedentes y que en el Programa “Quillota Respira” logró la siembra de 100.000 árboles, si consideramos un 90% de supervivencia de los árboles y una media de absorción de 100 kg de CO₂ al año, por árbol adulto, podríamos estimar en por lo menos 9.000 toneladas al año de CO₂ absorbidos.

En la “Cartilla de Actividades Silvícolas Tipo y su Proyección en la Captura de Carbono” publicada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Ministerio de Agricultura de Chile, analizaron Plantaciones mixtas de Quillay–Peumo y proyectaron que a los 20 años la plantación alcanza una absorción neta de 86,14 toneladas de CO_{2e}/ha, y a los 35 años 152,98 toneladas de CO_{2e}/ha.

3.1.2.2 Reducción de la temperatura ambiente

Es necesario mencionar que la Quinta Región de Chile, se encuentra entre las zonas del país que experimentará un aumento más significativo en sus temperaturas promedio en las próximas décadas. Uno de los estudios que aborda esta temática es el realizado por el Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR2) , el cual indica que para el año 2050, todas las

comunas de la región presentarán aumentos en las temperaturas, con un promedio de 1,9°C para el período estival. En los meses invernales se verificarán también incrementos de 1,6°C.

Los árboles desempeñan un papel crucial en la regulación de la temperatura ambiental, contribuyendo a crear microclimas más frescos y agradables, esto debido a una combinación de procesos fisiológicos y estructurales, entre los que se pueden destacar:

- La copa de los árboles actúa bloqueando la radiación solar directa y reduciendo la temperatura del suelo y del aire alrededor.
- Los árboles liberan vapor de agua al ambiente en un proceso conocido como transpiración. Esta evaporación consume energía térmica, lo que ayuda a enfriar el aire.
- Las raíces de los árboles penetran en el suelo permitiendo que este pueda mantenerse húmedo, y un suelo húmedo absorbe más calor que uno seco.
- Los árboles pueden reducir la velocidad del viento, lo que contribuye a la disminución de la sensación térmica.

En las ciudades, el efecto de los árboles en la regulación de la temperatura es significativo, ya que las áreas urbanas tienden a ser más calientes que las zonas rurales debido a la presencia de superficies como el asfalto y el concreto, que absorben el calor solar y lo liberan de forma más lenta. Los árboles ayudan a mitigar este efecto.

Es relevante destacar que la disminución exacta de la temperatura varía según diversos factores, como el tipo de árbol, la densidad de la cobertura vegetal, las condiciones climáticas locales y la época del año. Algunos estudios indican que un conjunto de árboles puede ayudar a reducir la temperatura entre 5°C y 10°C. (CEDEUS, 2024)

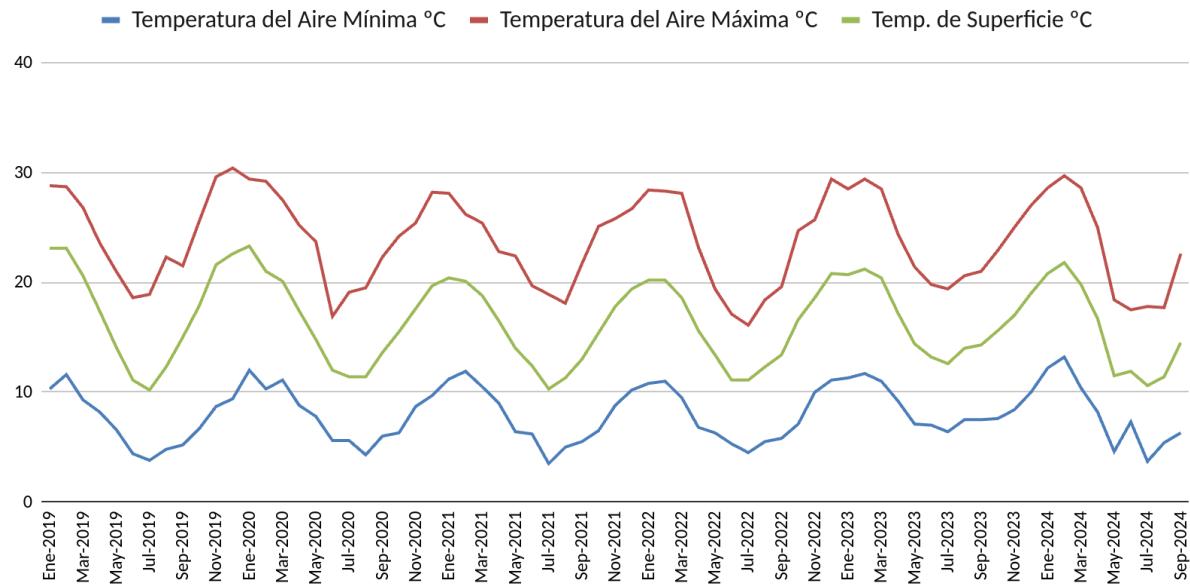
La ONU plantea que la ubicación estratégica de los árboles en las ciudades puede ayudar a disminuir la temperatura entre 2 y 8 grados centígrados. Menciona además que la ubicación correcta de los árboles alrededor de los edificios, puede reducir la necesidad de aire acondicionado en un 30 %, y reducir las facturas de calefacción de invierno de un 20% a un 50 % (ONU, 2019)

Para analizar las temperaturas de la comuna de Quillota, se revisó la estación de La Cruz de Red Agrometeorológica del INIA, en donde se revisó las temperaturas mínima, máxima y de superficie desde enero de 2019, a septiembre de 2024, los datos se pueden observar en la figura 14.

En la figura 15 se presentan los registros de Humedad Relativa (HR) en la Estación de INIA la Cruz, para el mismo periodo de tiempo que la temperatura.

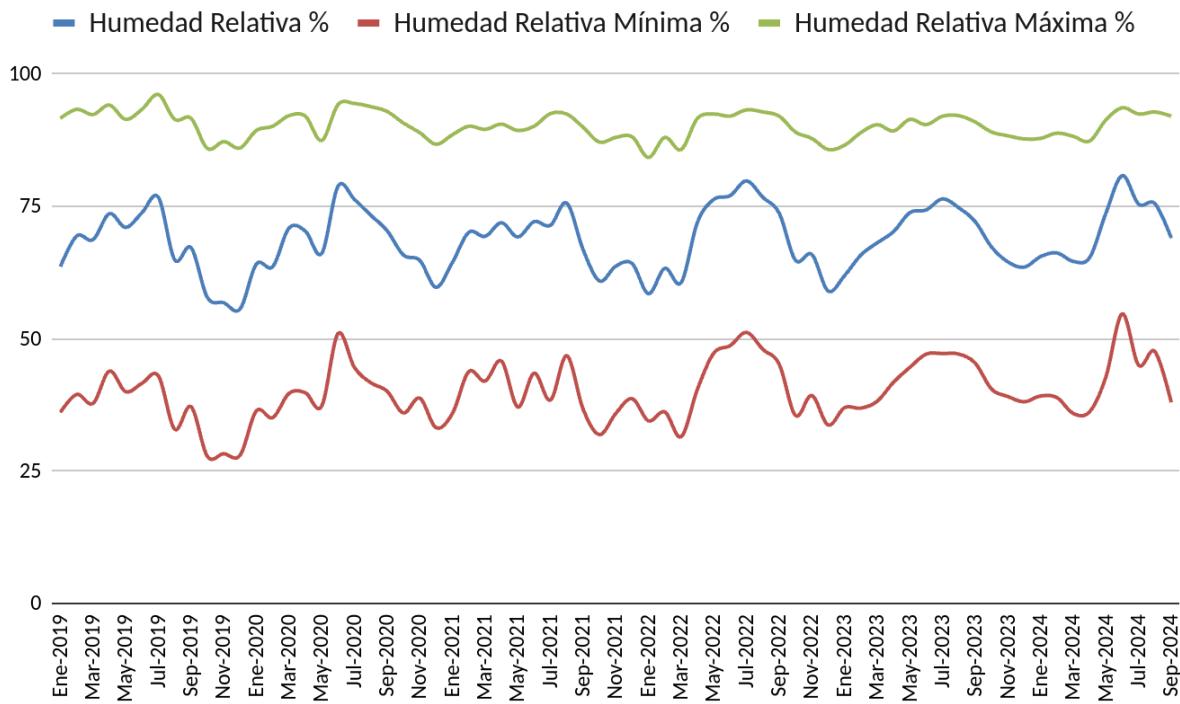
Tanto en las mediciones de temperaturas y humedad relativa, aún no se pueden observar diferencias significativas entre los distintos años, por lo que se debe seguir realizando un seguimiento en el comportamiento de estas variables climáticas en la comuna.

Figura 14: Temperaturas de Aire Registradas en la Estación INIA La Cruz



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en la Red Agrometeorológica del INIA La Cruz

Figura 15: Humedad Relativa Registrada en la Estación INIA La Cruz



Fuente: Elaboración propia, con datos disponibles en la Red Agrometeorológica del INIA La Cruz

Durante los meses de julio, agosto y septiembre se realizaron visitas a la comuna de Quillota en sectores donde se encontraban árboles plantados. En dichas ocasiones se tomó la temperatura y la HR en los sectores de los árboles y en el entorno y no se evidenció variación en las mediciones. Esto se explica a que la mayoría de las especies plantadas, aún está en sus primeros años, y su área foliar no es tan alta, por lo que el efecto de sombra y de evapotranspiración aún es incipiente.

3.1.3 Protección de la Biodiversidad:

La creación de nuevos espacios verdes fomenta la biodiversidad, proporcionando hábitat para aves, insectos y otros organismos, además si consideramos que esta reforestación se realice con árboles nativos el impacto es aún más significante, ya que por ejemplo al estar estas

especies adaptadas a las condiciones locales, desempeñan un papel fundamental en la creación y el mantenimiento de la biodiversidad urbana.

Estudios han demostrado que los bosques urbanos compuestos por especies nativas permiten una mayor riqueza y número de especies, si lo comparamos con aquellos conformados con especies exóticas (McKinney, 2008). Un estudio realizado por Navarro y Pereira (2012) encontró que la presencia de árboles nativos en áreas urbanas está correlacionado de manera positiva con una mayor presencia de aves.

Otro aspecto relevante es que los árboles nativos, contribuyen a la creación de corredores ecológicos, que conectan zonas naturales o ecosistemas, permitiendo el movimiento de especies entre diferentes áreas, facilitando entre otras cosas, el flujo genético y contribuyendo a garantizar la supervivencia a largo plazo de las especies.

Los árboles nativos interactúan de manera compleja con otros organismos del ecosistema, formando redes tróficas y contribuyendo a la regulación de los ciclos biogeoquímicos. Por ejemplo, los árboles nativos pueden mejorar la calidad del suelo al aumentar la materia orgánica y la penetración del agua, beneficiando así a otros organismos del suelo.

En la comuna de Quillota, este aspecto se ha podido evidenciar cómo gracias al aumento de árboles, la biodiversidad está restaurándose y se ha comenzado a ver aumento de distintos polinizadores que interactúan con la vegetación.

A continuación se describen algunas de las especies que se han podido observar.

Manduca sexta

Es un insecto del orden Lepidoptera, nocturna, familia Sphingidae. Tiene un estado de metamorfosis completa, que inicia como huevo, prosigue con su etapa como larva, hasta llegar a pupa y luego eclosiona la mariposa.

Aunque su papel como polinizador no es tan conocido como el de otras especies tales como las abejas, *Manduca sexta* es un polinizador esencial para muchas especies de plantas,

especialmente aquellas con flores tubulares (su anatomía le permite alcanzar el néctar profundo de este tipo de flores), y que florecen durante la noche, ya que a diferencia de muchos otros polinizadores esta especie de polilla es especialmente activa durante la noche, logrando acceder a flores que abren en la oscuridad.

Lamentablemente muchas de estas especies han ido disminuyendo en número, por factores como el uso de pesticidas, la destrucción de su hábitat, contaminantes sensoriales (como el ruido o la luz artificial) y contaminantes atmosféricos, por ejemplo ozono y nitratos. (SINC 2024)

Una de las principales consecuencias de la disminución de *Manduca sexta* es la alteración de las redes tróficas. Como polinizador, esta especie desempeña un papel fundamental en la reproducción de muchas plantas, las cuales a su vez sirven de alimento para otros organismos. Además, la disminución de la especie puede llevar a una pérdida de diversidad genética en las poblaciones de plantas, ya que favorecen la polinización cruzada entre individuos genéticamente distintos, lo que promueve la variabilidad genética y la adaptación de las plantas a cambios en su ambiente.

En la fotografía 1 se presenta una larva de *Manduca sexta*, de las que se han venido observando en la comuna de Quillota, gracias al aumento de las especies arbóreas nativas, que se han venido plantando, lo cual es de suma importancia gracias a su beneficio en el ecosistema.

Fotografía 1. Larva *Manduca sexta*

Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Mosca Florícola

Las moscas florícolas, son diversas y clasificadas en diferentes familias y géneros. Las moscas florícolas, son diversas y clasificadas en diferentes familias y géneros. Tiene variabilidad de tamaño, con estructuras bucales cortas y largas y de colores que pueden ir desde metálicos y llamativos, hasta negras y grises.

Estas características, entre otras, es lo que en ecología se denomina diversidad funcional, en donde cada característica cumple un rol, por ejemplo, la polinización. Se estima que al menos un tercio de las frutas y hortalizas podrían ser producidas por estos organismos (Droppelmann 2020)

Cuando está en forma de larva, se alimentan de otros insectos, además participan en la descomposición de la materia orgánica. En la etapa adulto sus hábitos cambian y consumen solo néctar, ayudando con su función polinizadora.

Las moscas florícolas son sensibles a una variedad de perturbaciones ambientales, como la pérdida de hábitat, la fragmentación, la contaminación y el cambio climático. Estas perturbaciones pueden afectar su abundancia, diversidad y distribución.

Muchas especies de moscas florícolas están altamente especializadas en ciertos tipos de hábitats, y la presencia o ausencia de estas especies puede indicar la calidad y el estado de conservación de este, ya que son sensibles a factores climáticos como temperatura y humedad, y dan indicios del grado de conservación de ciertas coberturas vegetales. (Alaniz et al. 2020).

Fotografía 2. Mosca Florícola Sobre Huingan



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

En la fotografía 2 se observa la observación de mosca florícola en la comuna de Quillota, lo que ayuda a evidenciar cómo ha ido mejorando el estado de conservación de este ecosistema.

Edmondsia sypnoides

Conocida comúnmente como oruga del corcolén, es una especie de lepidóptero endémico de Chile que desempeña un papel crucial en los ecosistemas locales. Se alimenta de las hojas del

corcolén (*Azara integrifolia*), un arbusto nativo de Chile, por lo que es un elemento fundamental en la dinámica poblacional de la especie, ya que ayuda a regular su crecimiento, así como su distribución, ya que al consumir las hojas de la planta, la oruga contribuye indirectamente a la formación de nuevos brotes.

Ya en la etapa adulta, la mariposa se alimenta del néctar de diversas flores, contribuyendo así a la polinización de estas plantas y permitiendo el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas.

En la fotografía 3 se observa una oruga de corcolén en la vegetación de Quillota, su presencia y abundancia pueden ser utilizadas como un indicador de la salud de los ecosistemas y la conservación de los bosques de corcolén y, en general, de los ecosistemas forestales de Chile

Fotografía 3. Oruga del Corcolén (*Edmondsia synoides*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Callistochlora chloris

En una abeja pequeña de color verde metálico que juega un papel fundamental en el equilibrio ecológico de diversos ecosistemas en Chile y Argentina. Desempeña un papel crucial en la

polinización de numerosas especies de plantas, siendo un polinizador eficiente, ya que al tener un tamaño pequeño y contar con la capacidad para acceder a flores de diversas formas, logra polinizar plantas que otros polinizadores más grandes no pueden alcanzar.

En todo el mundo las poblaciones de insectos están disminuyendo de forma preocupante, incluyendo en este descenso a las abejas. La desaparición de esta especie puede provocar una disminución en la diversidad de plantas, alteración en las cadenas tróficas, afectar la producción de alimentos y la regulación de los ecosistemas, entre otros aspectos (Ladera Sur, 2020.)

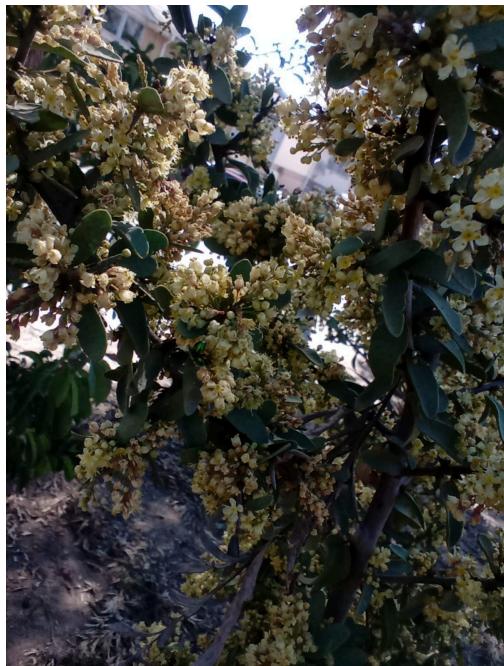
Se ha podido evidenciar en la comuna el aumento de la presencia de la abeja verde esmeralda (fotografía 4 y 5), lo que sin duda está contribuyendo a una mejora en la biodiversidad.

Fotografía 4. Abeja Verde Esmeralda, *Callistochlora chloris* sobre Corcolén (*Azara celastrina*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Fotografía 5. Abeja Verde Esmeralda, *Callistochlora chloris* sobre Huingan (*Schinus polígamma*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Phoebis sennae amphitrite

Comúnmente conocida como Mariposa de la alcaparra o Limonera, tiene como atractivo principal su color. Mientras el macho es de un color amarillo limón en toda su faz dorsal, la hembra es amarillo-ocre con un delgado borde marrón oscuro en las alas y un lunar en el centro de las alas anteriores.

Es una especie ampliamente distribuida en América del sur, pero sólo una subespecie habita en Chile *Phoebis sennae amphitrite* (MICRA s.f.).

Esta especie es de tamaño relativamente grande entre las mariposas chilenas, alcanzando una envergadura alar cercana a los 60 mm y sus larvas son de coloración verdosa. (Museo Nacional de Historia Natural, 2016)

Un porcentaje importante de las mariposas en Chile son endémicas y tienen relaciones de colaboración con plantas que también son endémicas. (La Tercera, 2015). Por ejemplo se ha visto relación de *Phoebis sennae amphitrite*, ya que en Chile la larva se desarrolla en el Quebracho (*Senna candolleana*) y el Mayu (*Sophora macrocarpa*)

En Quillota se han podido encontrar huevos y larvas en árboles de Quebracho que fueron parte de la reforestación realizada por el proyecto Quillota Respira. En la fotografía 5 y 6 se pueden ver huevos en el follaje del Quebracho, en la fotografía 7, se puede observar una pupa, y en la 8 una larva, por lo que se ha podido observar el ciclo de vida de la mariposa.

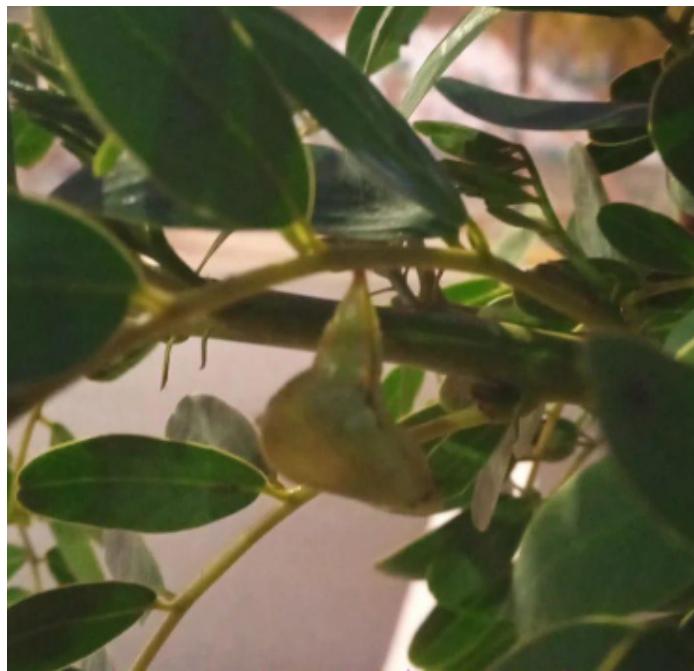
Como muchos otros insectos, la mariposa de la alciparra tiene una función como polinizador ya que al entrar en contacto con las flores para alimentarse, su cuerpo se cubre de polen, el cual es transportado a otras flores, permitiendo así la fecundación y la producción de semillas.

Fotografías 5 y 6. Huevos de *Phoebis sennae amphitrite* sobre Quebracho (*Senna candoleana*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Fotografía 7 Pupa de *Phoebis sennae amphitrite* sobre Quebracho (*Senna candoleana*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

Fotografía 7 Larva de *Phoebis sennae amphitrite* sobre Quebracho (*Senna candoleana*)



Fuente: Cristóbal Gonzalez. Unidad de Medio Ambiente, Municipalidad de Quillota

3.2. Impactos Sociales

La reforestación urbana, ofrece un alto número de beneficios que van más allá del mejoramiento ambiental. Estos beneficios tienen un impacto directo en la calidad de vida de las personas y en el desarrollo sostenible de las ciudades.

3.2.1. Mejora de la Calidad de Vida

Los espacios verdes urbanos han demostrado tener un impacto positivo en la salud mental y física de las personas, reduciendo el estrés y promoviendo la actividad física.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se recomienda un mínimo de 12.5 m² de áreas verdes por habitante dentro de la ciudad, para contribuir en la calidad de vida de las personas (Tamayo, s.f.).

Investigaciones han mostrado que, al contar con un aire menos contaminado, gracias a la acción de los árboles, se logra reducir el cáncer de piel, el asma, la hipertensión y otras enfermedades relacionadas con el estrés. Los árboles logran bloquear el sonido, lo que reduce hasta en un 40 % la contaminación acústica. (WWF Paraguay, 2020.) Además los espacios verdes urbanos fomentan la actividad física y el ejercicio al aire libre.

Estudios epidemiológicos demuestran otros impactos como la mejora de los resultados de los embarazos y la reducción de las tasas de morbilidad y mortalidad cardiovascular , obesidad y diabetes. (Röbbel, s.f.)

Su beneficio no solo se limita al bienestar físico, sino además el mental de las personas, ya que el contacto con la naturaleza puede ayudar a reducir el estrés, contar con mayor capacidad de concentración y contribuir a la mejora del estado emocional. Las zonas verdes logran proporcionar un refugio tranquilo, restaurador y sereno. (De Keijzer, 2020).

Si bien, en general todas las personas son beneficiadas por vivir cerca de áreas verdes, lo cierto es que Bonatti (s.f.), destaca cómo los niños, adultos mayores, enfermos del corazón, personas con patología pulmonar y fumadores, podrían percibir aún mejores condiciones.

En conversaciones con diferentes vecinos de la comuna, expresan que gracias a la siembra de los árboles en el marco del proyecto Quillota Respira, han logrado contar con zonas verdes y esto ha favorecido su calidad de vida, ya que por ejemplo salen más a caminar y ven cómo estos espacios son un lugar para relajarse y que les brindan bienestar, ya que ven un entorno que les es agradable, ya que en muchos casos estos espacios antes eran utilizados para dejar basuras y hoy en día, esto ya no ocurre y el entorno se ve embellecido.

3.2.2. Fomento de la Comunidad: Los proyectos de reforestación suelen involucrar a la comunidad en actividades de plantación y cuidado de los árboles, fortaleciendo el sentido de pertenencia y cohesión social. Además también se generan espacios físicos en donde la misma comunidad puede compartir y realizar actividades de esparcimiento.

Las comunidades desempeñan un papel de suma relevancia en las acciones de reforestación exitosas, ya que conocen los territorios y pueden identificar con mayor facilidad y éxito oportunidades, problemáticas y condiciones particulares. (Fundación Red de Árboles, 2023)

El proyecto Quillota Respira, dentro de sus pilares, contempló generar conciencia y compromiso y que toda la comunidad jugará un papel relevante dentro él. Logró que cada persona se comprometa en el cuidado de los árboles y se logra ver como las distintas organizaciones, como las juntas de vecinos, se encuentran sumamente organizados y sensibilizados con el importante rol que ellos juegan en que los árboles se puedan seguir desarrollando de manera satisfactoria, creciendo adecuadamente y contando con todo lo que requieran, siempre contando con el apoyo de las distintas instituciones que han venido participando en esta iniciativa.

Este aspecto ha sido crucial para el éxito de todo este proceso de reforestación, ya que uno de los distintos factores que es importante tener en cuenta para que un proceso de plantación de árboles no fracase, es saber quiénes serán los que los cuidaran, pensando en que es una

responsabilidad que debe permanecer durante todos los años de vida de la especie. (Saad, 2024)

Fotografía 8. Visita y Conversación con Vecinos del Cerro Macaya



Tuvimos la oportunidad de conversar con distintos vecinos de la comuna, un ejemplo de estas visitas se pueden observar en la fotografía 8. En general se encontraban satisfechos con el programa, y lo más importante comprometidos con el cuidado de los árboles, se han organizado de manera eficaz entre ellos, generando aún más vínculos comunitarios, de los que ya existían, además de un deseo de seguir participando en las distintas iniciativas y proyectos que se vengan a futuro y que contribuyan a la sustentabilidad de la comuna.

3.2.3 Educación Ambiental:

Quillota Respira ha desarrollado programas educativos para concientizar a la población sobre la importancia de los árboles, la protección del medio ambiente, promoviendo un modelo de vida y desarrollo sostenible, logrando ir más allá de solo la siembra y cuidado de los árboles,

sino en crear una cultura de la conservación y de hábitos que favorezcan el menor impacto ambiental.

La educación ambiental permite ampliar el conocimiento de la biodiversidad y los procesos naturales para entender el impacto que generamos los seres humanos, fomentando actitudes favorables de conservación y de desarrollo sostenible en nuestro diario vivir.

También se logra fomentar en las personas, a que participen de manera activa en la defensa, conservación y mejora del medio ambiente para su beneficio y el de las generaciones futuras, fomentando una cultura de respeto al entorno, desarrollando actitudes y comportamientos favorables con el medio ambiente.

La importancia de la educación ambiental radica en su capacidad para generar un cambio cultural profundo, además fomenta el pensamiento crítico y la capacidad para analizar problemas ambientales complejos y proponer soluciones innovadoras.

3.3 Impactos Económicos

Más allá de los beneficios ambientales y sociales que ya hemos venido abordando, la reforestación genera diferentes beneficios que impactan directamente en la economía de las ciudades.

Diferentes estudios han buscado identificar cómo los cambios en los ecosistemas influyen sobre el bienestar humano. De estos análisis se ha logrado clasificar veintitrés servicios ecosistémicos provistos por los ecosistemas a nivel mundial, categorizados en cuatro grupos esenciales para la subsistencia del hombre (Tabla 1), y en los que se pueden evidenciar los distintos impactos en que pueden influir la presencia de vegetación.

En la figura 15 se resumen algunos de los beneficios de contar con árboles en sectores urbanos y periurbanos, en donde se pueden ver impactos en la parte ambiental, social y económica.

Tabla 1: Grupos y Servicios Ecosistémicos a Nivel Mundial

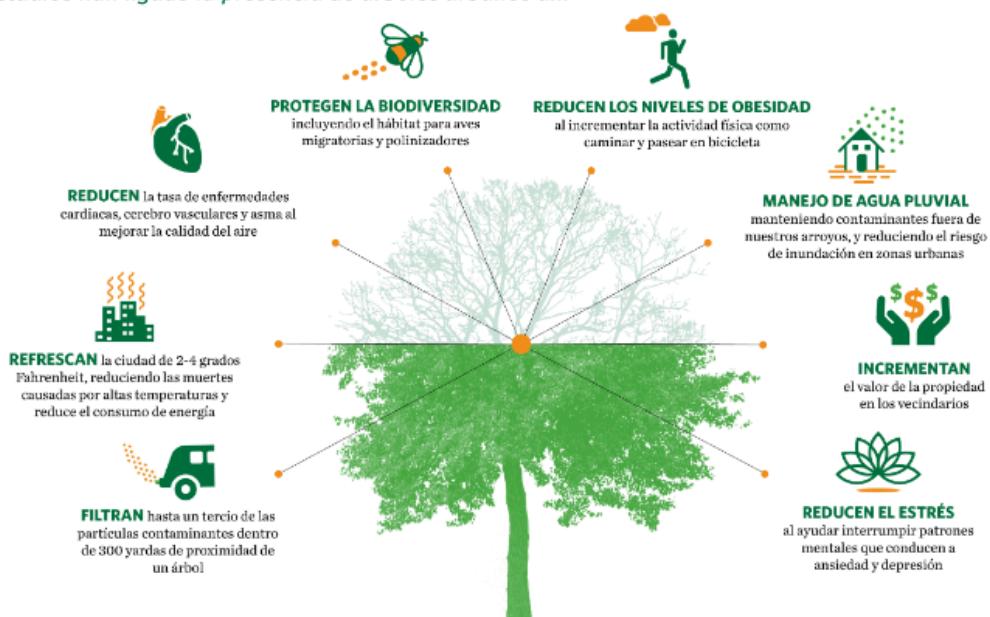
Provisión	Regulación
1 Alimento.	7 Regulación de la calidad del aire.
2 Agua.	8 Regulación del clima.
3 Fibra, combustible y otras materias primas.	9 Mitigación de riesgos naturales.
4 Material genético.	10 Regulación del agua.
5 Productos bioquímicos y recursos medicinales.	11 Absorción de residuos.
6 Especies y/o recursos ornamentales.	12 Protección de la erosión.
Soporte	
16 Hábitat de reproducción.	13 Formación y restauración del suelo.
17 Protección de reserva genética.	14 Polinización.
Cultural	
18 Estética; apreciación del paisaje natural.	21 El patrimonio cultural e identidad.
19 Recreación.	22 Inspiración espiritual y religiosa.
20 La inspiración para la cultura, el arte y el diseño.	23 Educación y ciencia.

Fuente: Retamal,2015.

Figura 15. Beneficios de los Árboles Urbanos

Beneficios de los árboles urbanos

Estudios han ligado la presencia de árboles urbanos a...



Fuente: The Nature Conservancy ,2017.

3.3.1 Aumento del Valor de la Propiedad:

La presencia de árboles en una comuna puede aumentar el valor de las propiedades, la planificación de estos paisajes urbanos puede aumentar el valor de la propiedad hasta en un 20% (ONU, 2019)

Los árboles aumentan el atractivo visual de un vecindario, haciéndolo más agradable y deseable para vivir, lo que se refleja en que exista una mayor demanda por vivir en estos sectores. El uso de energía en una casa con árboles, puede ser 20 ó 25% más bajo que en una casa similar en espacios abiertos (Heisler,1986), este ahorro de energía conlleva a que muchas personas pueden sentirse atraídos a vivir en estos sectores, aumentando con ello la demanda y por consiguiente el valor de las propiedades.

Es importante resaltar que al plantar los árboles en el proyecto Quillota Respira, se tuvo en cuenta no afectar el cableado y otros equipamientos urbanos, sino por el contrario que existiera compatibilidad entre los diferentes servicios, teniendo en cuenta el paisajismo.

Otro aspecto relevante, es que los espacios verdes bien diseñados y mantenidos, pueden contribuir a reducir la delincuencia y a la seguridad en los entornos, lo que a su vez aumenta el valor de las propiedades.

La reforestación urbana es una inversión a largo plazo que genera beneficios sostenibles en el tiempo. Los árboles aumentan su valor con el paso de los años, lo que se traduce en un mayor retorno de la inversión para los propietarios, permitiendo un desarrollo económico sostenible

3.3.2. Desarrollo del Turismo

Los espacios verdes pueden atraer a turistas y generar ingresos para la comuna.

La combinación entre vegetación y construcciones urbanas, permite crear paisajes particulares, convirtiendo las ciudades en destinos ideales para la fotografía y el turismo.

Cada vez más las ciudades promueven la implementación de zonas verdes y las promocionan como uno de sus atractivos principales. Por ejemplo, en Madrid, una de las áreas más pobladas de Europa, muchos de sus habitantes y visitantes disfrutan de sus zonas verdes tanto en su día a día , como en las rutas turísticas. (IFEMA Madrid, 2022).

Otro ejemplo es Singapur conocida como la "Ciudad Jardín", ha invertido fuertemente en la creación de parques y jardines, lo que la ha convertido en uno de los destinos turísticos más populares de Asia. Es una de las ciudades del mundo donde más se ha avanzado en la integración de la naturaleza, la fauna y flora con el urbanismo, esto debido a los planes aprobados décadas atrás, como inicio el programa Ciudad en un jardín fue aprobado en 1963 por la República de Singapur. (Aventura Amazonia, s.f.)

Los turistas que visitan destinos verdes gastan dinero en alojamiento, alimentación, transporte y actividades relacionadas, Esto repercute en la generación de nuevos empleos en sectores como la hotelería, la guía turística, restaurantes, entre otros.

El reto en este aspecto es poder trabajar el turismo sostenible, avanzando en desarrollar su actividad, generando un impacto mínimo sobre el medioambiente, y comenzando a posicionar la comuna de Quillota en este aspecto.

3.3.3. Beneficios Económicos Indirectos:

3.3.3.1. Mejora de la salud pública:

Como ya hemos mencionado la vegetación contribuye a mejorar la calidad del aire y del agua, lo que reduce los costos asociados a enfermedades respiratorias y otras afecciones relacionadas con la contaminación. Además, los espacios verdes fomentan la actividad física y el ejercicio al aire libre, lo que a su vez reduce los costos de atención médica.

Según el Servicio Forestal de Estados Unidos, por cada dólar gastado en sembrar un árbol, la retribución económica por sus aportes a nuestra salud y bienestar, es de 2.70 dólares. (WWF Paraguay, 2020.)

Documentación técnica, elaborada por The Nature Conservancy, con aportes de The Trust for Public Land and Analysis Group, identifica a los árboles en áreas urbanas, como una de las estrategias más ignoradas para la mejora de la salud pública en las ciudades.

“Cada año, entre 3 y 4 millones de personas alrededor del mundo mueren como resultado de la contaminación del aire y sus impactos a lo largo de la vida en la salud humana, desde asma hasta enfermedades cardíacas hasta accidentes cerebrovasculares. Cada verano, miles de muertes innecesarias son consecuencia de las olas de calor en las zonas urbanas. Los estudios demostraron que los árboles constituyen una solución costo-beneficio para ambos desafíos”. (The Nature Conservancy, 2017)

3.3.3.2. Protección de la infraestructura:

Los árboles ayudan a prevenir la erosión del suelo y a reducir el impacto de las inundaciones, protegiendo así la infraestructura urbana como carreteras, puentes y edificios.

Los árboles con sus hojas interceptan la lluvia, esto ralentiza el flujo de agua que llega al suelo, disminuyendo el riesgo de inundaciones por agua que se desbordan, además permite que parte del agua se evapore a la atmósfera sin llegar a tocar el suelo. Las raíces de los árboles absorben el agua de lluvia y la almacenan en el suelo y logran aflojar el suelo, reduciendo la compactación y ayudando a que el agua penetre más profundamente. Esto reduce la escorrentía superficial, reponiendo las reservas de agua subterránea. (Los Bosques en las Noticias, 2024)

Las raíces de los árboles crean canales que facilitan la absorción del agua y la retención de nutrientes esenciales, mejorando la capacidad del suelo para resistir la erosión hídrica y reduciendo la escorrentía superficial, disminuyendo el riesgo de pérdida de suelo. También ayuda a estabilizar áreas que son más propensas a erosión como las laderas, previniendo el deslizamiento del suelo hacia abajo. La vegetación arbórea actúa como una barrera natural contra el viento, reduciendo la erosión eólica. (Azada Verde, s.f.).

Esto es un aporte relevante en la comuna de Quillota, ya que los cambios climáticos han generado lluvias intensas en cortos períodos de tiempo, tal como se ha vivido este año 2024, en donde se han presentado inundaciones que han generado daños económicos y sociales, se espera que medida que los árboles vayan creciendo, van a ir ayudando de manera eficaz a disminuir estos impactos.

3.3.3.3. Aumento de la productividad laboral:

Estudios han demostrado que las personas que pasan tiempo al aire libre presentan niveles más altos de bienestar y satisfacción en el trabajo. En lugares donde hay acceso a espacios verdes, los empleados son más creativos, productivos y mantienen un mejor equilibrio

emocional. Los trabajadores que pasan tiempo en ambientes naturales logran una mejora del 15% en su capacidad de concentración y creatividad (Vorecol, 2024).

"Estar en contacto con la naturaleza puede elevar el rendimiento de un equipo en un 15%. ¿Cómo es posible? Según los investigadores, respirar aire limpio fortalece la función cognitiva favoreciendo, entre otras cosas, la productividad." (First workplaces, s.f.)

Las empresas cada vez más por el bienestar de sus empleados y son prioridad programa en este aspecto, ya que está demostrado que un trabajador feliz logra ser más productivo. Por este motivo, muchas empresas están optando por ubicar sus oficinas en lugares donde existan zonas verdes.

3.3.3.4. Acceso a fondos para nuevas iniciativas

Algo muy interesante e importante que se ha generado en la Comuna de Quillota, como resultado del proyecto Quillota Respira, es que se han podido impulsar nuevas iniciativas en el ámbito de la sostenibilidad, no solo porque el éxito del proyecto ha motivado a seguir trabajando en estas líneas, sino porque además distintas organizaciones han visto la relevancia de lo realizado en la comuna y confían en la capacidad de generar más acciones, por lo que se han podido gestionar recursos económicos para ellas.

Un caso de esto es el Proyecto Comunidades Sostenibles, que ha sido lanzado en septiembre de este año, que es impulsado por la Escuela de Ingeniería, Medio Ambiente y Recursos Naturales de Duoc UC Sede Valparaíso, en conjunto con Enel y la Ilustre Municipalidad de Quillota, en donde se buscará beneficiar a 13 juntas de vecinos del sector de San Pedro, con el fin de fomentar la conciencia ambiental y entregar herramientas prácticas para un estilo de vida más sustentable.

Por otro lado, la comuna de Quillota fue seleccionada para implementar en el Fondo Juventud y Acción Climática, impulsado por Bloomberg Philanthropies en colaboración con Ciudades y Gobiernos Locales Unidos y el Centro Bloomberg para la Innovación Pública de la Universidad

Johns Hopkins. Como parte de este programa, Quillota recibirá US\$50,000 para financiar diferentes iniciativas climáticas lideradas por jóvenes.

En conversación con Javier Cisternas, Jefe del Departamento de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Quillota, expresó que todas estas nuevas iniciativas que se han podido ir realizando en la Comuna, son sin duda un reflejo del compromiso de la Municipalidad y de toda los Quillotanos y que gracias al proyecto Quillota Respira, la comuna logró ser reconocida por el trabajo en pro de la sostenibilidad , lo que ha hecho que Instituciones como Enel, Duoc UC y ahora la Fundación Bloomberg Philanthropies, destinen recursos para poder impulsar y llevar a la realidad distintas actividades, que contribuyen al beneficio social, económico y ambiental de toda la comunidad.

4. CONCLUSIONES

El proyecto Quillota Respira, sin dudarlo ha sido un éxito, ha ido avanzando en su objetivo de “Mitigar los niveles de Gases de Efecto Invernadero (GEI) existentes en la comuna de Quillota, mejorando la calidad del aire, la salud y la vida de los ciudadanos, mediante una propuesta de promoción, difusión, educación, arborización planificada e inteligente y sostenible”, sino que además a logrado demostrar los múltiples beneficios que la reforestación urbana puede generar para una comunidad.

En cuanto a los impactos ambientales, según lo revisado en distintas fuentes de información estos son variados, desde la mejora de la calidad del aire, mitigación del cambio climático, regulación de la temperatura y mejora de la biodiversidad.

Al revisar los datos registrados en la comuna en cuanto a calidad de aire, temperaturas y humedad relativa, aún no se evidencia una diferencia significativa, esto debido a que aún la mayoría de los individuos plantados se encuentran jóvenes, por lo que aún se debe seguir monitoreando en los próximos años, cómo estos aspectos van evolucionando en la comuna con el pasar de los años. Se recomienda hacer estudios más específicos, que permitan cuantificar la evolución de estos aspectos.

En cuanto a la biodiversidad, este es un aspecto que desde ya se ha podido evidenciar, ya que se ha podido observar como muchos insectos, asociados a las especies plantadas en Quillota Respira. Un ejemplo relevante es el de *Phoebis sennae amphitrite*, comúnmente conocida como Mariposa de la alcaparra, en donde se ha podido ver su ciclos de vida y sus diferentes estados de desarrollo, asociados a árboles de Quebracho que se plantaron en el proyecto. Ha sido de mucha alegría para los vecinos de la comuna y para las distintas personas que han

sido parte de este proceso, ver como la fauna y flora nativa van teniendo nuevamente presencia en el paisaje y el ecosistema de Quillota.

Pensando en los impactos sociales, también ya se ha podido evidenciar como se ha mejorado la calidad de vida de los vecinos de la comuna. En múltiples espacios de conversación con los vecinos, ellos han expresado cómo se han sentido favorecidos por la plantación de los árboles, por ejemplo han visto como espacios que antes estaban llenos de basuras, hoy al contar con vegetación, y gracias al cuidado de toda la comunidad, son hoy lugares que han enriquecido el paisaje y en espacios de esparcimiento para la comunidad.

Así mismo la comunidad ha logrado establecer aún más lazos entre ellos y cohesionarse en torno a las distintas actividades que se desarrollaron en marco del proyecto de Quillota Respira, y en la plantación, cuidado y mantenimiento de los árboles. Además se han visto motivados en vincularse en más acciones que se están desarrollando en la comuna.

Por medio de la educación ambiental que se ha generado, niños, jóvenes y adultos han sido sensibilizados, se ha conseguido generar en ellos conciencia medioambiental, y que en su diario vivir realicen acciones que contribuyan al desarrollo sustentable.

Además se logró identificar gracias a la revisión de distintos informes y estudios , que la reforestación urbana, favorece la calidad de vida de las personas, mejorando su salud física y mental, además de generar impactos económicos, gracias a como ejemplo la valorización de las propiedades y el aumento del turismo, en este último aspecto es importante seguir avanzando en posicionar a la comuna en un destino sustentable.

Quillota Respira, ha sido además un puente para poder llegar a desarrollar nuevas iniciativas y a seguir generando vínculos con diferentes instituciones, como es el caso del proyecto Comunidades Sustentables, que se está implementado en conjunto con Enel y Duoc UC, y la implementación del Fondo Juventud y Acción Climática, impulsado por Bloomberg

Philanthropies. Ambas iniciativas aportan de manera concreta en la sustentabilidad de la comuna y el empoderamiento de todas las personas de la comuna.

Finalmente Quillota Respira ha demostrado el éxito que tienen las alianzas entre el sector público, privado y académico para abordar desafíos ambientales y realizar acciones concretas en este aspecto. Adicionalmente se ha convertido en un referente a nivel nacional e internacional, inspirando a otras comunidades a implementar proyectos similares, y generando un conocimiento que puede ser compartido para todos aquellos que deseen implementar iniciativas similares.

REFERENCIAS

Alaniz, A., Durán, V., & González-Teuber, M. (2020). Historical and recent habitat loss of the endemic Chilean flower fly Aneriophora aureorufa (Diptera: Syrphidae). *Journal of Insect Conservation*, 24(5), 679-693.

Aventura Amazonia. (s.f.). Singapur, ejemplo de las nuevas ciudades verdes. <https://aventura-amazonia.com/planeta-aventura/singapur-ejemplo-de-las-nuevas-ciudades-verdes#:~:text=Los%20Jardines%20de%20la%20Bah%C3%A3%20de%20Singapur%20son%20el%20m%C3%A1ximo.realizar%20incre%C3%ADbles%20espect%C3%A1culos%20de%20luces>.

Azada Verde. (s.f.). ¿La reforestación puede ayudar a prevenir la erosión del suelo?. <https://azadaverde.org/la-reforestacion-puede-ayudar-a-prevenir-la-erosion-del-suelo>

BioBilbao. (2023). ¿Cuáles son los árboles que más CO₂ absorben? <https://biobilbao.bilbao.eus/cuales-son-los-arboles-que-mas-co2-absorben/>

CEDEUS.(2024). Temperaturas extremas: árboles pueden reducir hasta en 10 grados el calor en las ciudades. CEDEUS.

<https://www.cedeus.cl/blog/2024/02/03/temperaturas-extremas-arboles-pueden-reducir-hasta-en-10-grados-el-calor-en-las-ciudades>

CR2. (2023). Valparaíso será la región más afectada por el cambio del clima en 2050. Coproch. <https://www.coproch.cl/valparaiso-sera-la-region-mas-afectada-por-el-cambio-del-clima-en-2050>

De Keijzer, C. (2020). Espacios verdes: un recurso para la salud mental. Instituto de Salud Global Barcelona. <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/espacios-verdes-un-recurso-para-la-salud-mental/6113078/0>

Droppelmann, V. (2020) Moscas florícolas: las pequeñas grandes polinizadoras que cumplen un rol fundamental en el ecosistema. Laderasur. <https://laderasur.com/articulo/moscas-floricas-las-pequenasgrandes-polinizadoras-que-cumplen-un-rol-fundamental-en-el-ecosistema/>

Escobedo, F. J., Nowak, U., McPherson, E. G., Grulke, N. E., & Ryan, R. G. (2010). Tree benefits, values, and functions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 9(4), 119-124.

Falcón, A. (2007). Espacios verdes para una ciudad sostenible: planificación, proyecto y gestión. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili, SL.

First workplaces. (s.f.). Por qué los empresarios de éxito prefieren tener sus oficinas junto a zonas verdes.

<https://www.firstworkplaces.com/blog-de-first/por-que-los-empresarios-de-exito-prefieren-tener-sus-oficinas-junto-a-zonas-verdes/>

Fundación Aquae. (s.f.). ¿Cuáles son los árboles que más CO₂ absorben?.

<https://www.fundacionaque.org/wiki/cuales-son-los-arboles-que-mas-co2-absorben-en-nuestro-entorno-inmediato/>

Fundación Red de Árboles. (2023). El aporte de las comunidades en los procesos de reforestación.

<https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/589/4/aporte-de-las-comunidades-en-los-procesos-de-reforestacion#:~:text=Las%20comunidades%20desempe%C3%B1an%20un%20papel,particulares%20de%20su%20riqueza%20forestal.>

Heisler GM (1986) Energy savings with trees. J. Arboric. 12(5):113-125.

IFEMA Madrid (2022). ¿Qué son las ciudades verdes?.
<https://www.ifema.es/noticias/medio-ambiente/que-son-las-ciudades-verdes>

iNaturalist Chile (s.f.). Monroy del Tomate (*Manduca sexta*).
<https://inaturalist.mma.gob.cl/taxa/61505-Manduca-sexta>

Ladera Sur. (2020). Chile: Un tesoro de abejas nativas.
<https://laderasur.com/articulo/chile-un-tesoro-de-abejas-nativas>

La Tercera (2015). Las sorprendentes mariposas chilenas.
<https://www.latercera.com/paula/las-sorprendentes-mariposas-chilenas/>

Los Bosques en las Noticias. (2024) Frente a las graves inundaciones, ¿cómo pueden los árboles ayudar a protegernos?.
<https://forestsnews.cifor.org/87731/frente-a-las-graves-inundaciones-como-pueden-los-arboles-ayudar-a-protegernos?fnl=#:~:text=Los%20%C3%A1rboles%20act%C3%BAan%20como%20un,llegar%20a%20tocar%20el%20suelo.>

McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on patterns of species diversity and distribution. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 39, 45-66.

MICRA Chile (s.f.). Mariposa de la alcaparra, Limonera. <https://www.micra.cl/#!/inicio/especie/22>

More, M., Marini, F., Onildo, J y Amorim, F. Mariposas y polillas (Lepidoptera) y su rol como polinizadores. Ciencia ciudadana y polinizadores de América del Sur. Cubo.

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/214603/CONICET_Digital_Nro.99dd7baa-27c1-4f5c-92d0-e72de4138ce2_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Museo Nacional de Historia Natural (2016). La inquieta mariposa amarilla. <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/la-inquieta-mariposa-amarilla>

Nowak, U., Crane, D. E., y Stevens, J. C. (2006). Cooling the neighborhood: Trees and energy use. Journal of Arboriculture, 32(3), 124-130.

Ñuble Naturaleza. (s.f.). Oruga del Corcolén. <https://www.nublenaturaleza.cl/articulos/fauna/artropodos/insectos/oruga-del-corcolen>

Navarro, L. M., & Pereira, H. M. (2012). Urban forests and human well-being: A systematic review. Journal of Environmental Management, 97, 59-74.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019). Siete grandes beneficios de los árboles urbanos.

<https://onu-habitat.org/index.php/siete-grandes-beneficios-de-los-arboles-urbanos#:~:text=Los%20%C3%A1rboles%20grandes%20son%20excelentes,2%20y%208%20grados%20cent%C3%ADgrados.>

Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, K., y Phillips, O. L. (2011). Enhanced global land carbon sequestration by forests in the 21st century.* Nature Climate Change, 1(4), 304-308.

Red de Estaciones Agrometeorológicas de INIA. Chile. <https://agrometeorologia.cl/>

Retamal, C. (2015). Cuantificación de Servicios Ecosistémicos Urbanos en Cerros Isla. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile]. <https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/TESIS-CRA.pdf>

Röbbel, N. (s.f.). Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas#>

Rojas, Y. y Bahamondez, C. (2021). Cartilla de actividades silvícolas tipo y su proyección en la captura de carbono. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI. <https://doi.org/10.4060/cb0867es>

Saad, A. (2024). Por qué fracasan las campañas de plantación de árboles. <https://www.dw.com/es/por-qu%C3%A9-fracasa-la-mayor%C3%ADa-de-las-campa%C3%B1as-de-plantaci%C3%B3n-de-%C3%A1rboles/a-6>

Servicio de Información y Noticias Científicas SINC (2024). Los contaminantes atmosféricos espantan a los polinizadores de las flores.

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-contaminantes-atmosfericos-espantan-a-los-polinizados-de-las-flores>

Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire Chile. (SINCA) <https://sinca.mma.gob.cl/>

Tamayo, (s.f.) Vivir en Areas Verdes Disminuye la Obesidad y Ayuda a la Salud Mental. Universidad Andres Bello.
<https://noticiasrepositorio.unab.cl/vivir-en-areas-verdes-disminuye-la-obesidad-y-ayuda-a-la-salud-mental/>

The Nature Conservancy. (2017). Financiamiento de árboles en pos de la salud. <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/financiamiento-arboles-en-pos-salud/>

Urban Ecology Research Learning Alliance. (2018). i-Tree Ecosystem Analysis: Urban Forest Effects and Values. Recuperado de <https://irma.nps.gov/DataStore/Reference/Profile/2290090>.

Van den Bosch,M. y Nowak, D. (2019). Los efectos de los árboles y los bosques en la calidad del aire y la salud humana en las zonas urbanas y sus alrededores. Santé Publique. Los bosques y la salud pública. 153-161
<https://stm.cairn.info/revista-sante-publique-2019-HS1?lang=es>

Vorecol. (2024). El papel de la naturaleza en entornos laborales: cómo los espacios verdes pueden disminuir el estrés y mejorar el clima organizacional. <https://vorecol.com/es/articulos/articulo-el-papel-de-la-naturaleza-en-entornos-laborales-como-los-espacios-verdes-pueden-disminuir-el-estres-y-mejorar-el-clima-organizacional-193440>

WWF Paraguay. (2020). ¿Por qué necesitamos árboles en las ciudades? <https://www.wwf.org.py/?364240/Por-que-necesitamos-arboles-en-las-ciudades>