



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Revisión bibliográfica: Cubiertas vegetales entre hileras de viñedos en la Región del
Libertador Bernardo O'Higgins, Chile**

MEMORIA DE TÍTULO

WASHINGTON ANDRÉS SALDÍAS PAVEZ

TALCA, CHILE

2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Revisión bibliográfica: Cubiertas vegetales entre hileras de viñedos en la Región del
Libertador Bernardo O'Higgins, Chile**

Por

WASHINGTON ANDRÉS SALDÍAS PAVEZ

MEMORIA DE TÍTULO

Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, 2022

APROBACIÓN:



Profesor Guía

Blas Lavandero Icaza
Ing. Agr., M. Sc., Ph.D.
Instituto de Ciencias Biológicas
Universidad de Talca



Profesor Informante

Felipe Laurie Gleisner
Ing. Agr., M.S., Ph.D.
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Fecha de presentación de Defensa de Memoria:

27 de mayo de 2022

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a mis familiares y personas más cercanas, que han estado presentes de una u otra manera en este proceso y en otras etapas.

A mis amistades de trabajos en grupo, actividades extracurriculares y vida universitaria, por compartir desafíos, metas y momentos de distensión.

A mis compañeros de prácticas por las enseñanzas que dejaron con su forma de trabajo.

Finalmente, a mis profesores por estimular mi avance y disponer de su tiempo para responder ante las dudas generadas en el desarrollo de este proceso.

Resumen

La presencia de cubiertas vegetales en viñedos se ha hecho más recurrente en las últimas dos décadas en los principales países productores de vino del mundo. Se siembran en las entre hileras de las viñas en otoño y se establecen durante la época lluviosa mientras las vides se encuentran en un receso fisiológico o estado de latencia. Se encuentran más a menudo en viñas orgánicas que en viñas convencionales y su participación en la industria del vino las puede considerar como una práctica de viticultura orientada a mercados de nicho. Diversos estudios recopilan información acerca de sus efectos entorno a las relaciones tróficas de la biodiversidad aérea y a las dinámicas de agua y nutrientes bajo el suelo. Esta revisión describe a grandes rasgos el contexto productivo actual de la VI región en referencia a la producción nacional y mundial de vino, expone una clasificación de las cubiertas vegetales con los manejos que requieren y analiza el efecto de las cubiertas vegetales en el vigor de un viñedo, cuya medición se obtiene a través del índice de área foliar (IAF) y del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

Palabras clave: cubiertas vegetales, vigor, viñedos, vino.

Abstract

The presence of cover crops in vineyards has been recurrent in the last two decades in the main wine producer countries of the world. They are sown in autumn and established during the rainy season while the vines are in physiological recess or latent period. More often they are established in organic than in conventional vineyards and their participation in the wine industry can be considered as a viticultural practice oriented to niche markets. Many studies collect information about its effects around trophic relations of aerial biodiversity and belowground water and nutrient dynamics. This review roughly describes the productive context of the VI region according to national and world wine production, exposes a classification for cover crops and the management they require. The aim of study is to analyze the effect of cover crops on vineyard's vine vigor, which measurement is obtained through the leaf area index (LAI) and the normalized difference vegetation index (NDVI).

Keywords: covercrops, vigor, vineyards, wine.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción.....	9
1.1 Hipótesis.....	12
1.2 Objetivo general.....	12
2. Revisión Bibliográfica.....	13
2.1 Generalidades de la Vitivinicultura chilena.....	13
2.1.1 Vitivinicultura sostenible.....	15
2.2 Clasificación de las cubiertas vegetales.....	16
2.2.1 Según origen.....	16
2.2.2 Según permanencia en el tiempo.....	17
2.2.3 Según superficie.....	17
2.4 Especies utilizadas en cubiertas vegetales.....	17
2.6 Manejo de cubiertas vegetales.....	18
3. Materiales y Métodos.....	22
3.1 Fuentes de información.....	22
3.2 Contexto del estudio.....	22
4. Discusión y Resultados.....	27
4.1 Aspectos positivos.....	27
4.2 Aspectos negativos.....	28
5. Conclusión.....	29
6. Citas Bibliográficas.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 2.1 Matriz detallada, comercio exterior.....	13
Cuadro 2.2 Exportaciones regionales.....	14
Cuadro 4.1 Cantidad de estudios concluyentes sobre el efecto de cubiertas vegetales en el vigor de viñedos.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1 Diagrama de la cantidad de estudios resultantes en la búsqueda bibliográfica.....	11
Figura 2.1 Esquema general de la sustentabilidad.....	15
Figura 2.2 Resumen del manejo de una cubierta vegetal sembrada temporal.....	19
Figura 2.3 Caracterización agronómica de algunas especies de cubierta vegetal.....	20
Figura 2.4 Resumen del manejo de una cubierta vegetal natural o espontánea temporal.....	21
Figura 3.1 Distribución de la superficie por tipo de uso de suelo, Región de O'Higgins.....	23
Figura 3.2 Precipitaciones acumuladas.....	24
Figura 3.3 Temperaturas máximas medias de Rengo.....	24
Figura 3.4 Temperaturas mínimas medias de Rengo.....	25
Figura 3.5 Porcentaje de superficie regional afectada por erosión.....	25
Figura 3.6 Grado de la erosión de los suelos de la VI región.....	26
Figura 3.7 Mapeo del NDVI de junio y agosto 2018 para dos viñas del hemisferio norte.....	26

1. INTRODUCCIÓN

La industria del vino representa un 2,3% del comercio agroalimentario mundial y sus exportaciones han aumentado un 33,8% entre 2007 y 2017 (Carbone et al., 2021), lo que representa más de 1.000.000 hl en exportaciones y más de 2.500.000 hl de producción y consumo mundial al año 2016 (OIV, 2021). Los principales mercados de destino del comercio mundial de vinos son Estados Unidos, Reino Unido, China, Alemania y Canadá, quienes demandan alrededor del 50% de las importaciones de vino. Los países exportadores que suplen dicha demanda son 11 y se dividen en dos grupos: países del viejo mundo del vino y países del nuevo mundo del vino (Carbone et al., 2021).

Chile tiene una importante participación en este mercado internacional, por cuanto se trata del primer exportador dentro de los productores del nuevo mundo, siendo largamente superado por países del viejo mundo del vino como Francia, Italia y España (ODEPA, 2021). Su grado de competencia ha sido impulsado por un marcado desarrollo de tecnologías de producción vitícola y técnicas de vinificación desde la década de los 80' (Giuliani et al., 2010). Como resultado de lo anterior, la vitivinicultura chilena actual cumple con los estándares de calidad de los mercados internacionales (INIA, 2020).

La Región del Libertador Bernardo O'Higgins (VI región) es una de las mayores zonas vitivinícolas del país y en conjunto a la Región del Maule concentran el 72% de la superficie nacional, cuyo tamaño alcanza 141.000 ha (ODEPA, 2021). Dicha región registra la segunda mayor cantidad de bodegas de vinos (23,8%), después de la región del Maule y seguida por la región Metropolitana, mientras que posee la mayor cantidad de bodegas de vinos elaborados con uvas orgánicas (INE, 2011).

Respecto de las prácticas orientadas a mejorar las condiciones agroecológicas, destaca el uso de las cubiertas vegetales. Estas forman parte de las prácticas utilizadas en manejo agroecológico, son compatibles con sistemas de producción orgánica y convencional, brindan servicios ecosistémicos en viticultura y fruticultura, ofreciendo una opción para mejorar los resultados en indicadores de sustentabilidad (INIA, 2020).

La presencia de cubiertas vegetales en Chile no es tan extendida, sin embargo, es considerada una herramienta importante para el manejo sustentable de suelos (OIV, 2008) y existe un creciente interés por su incorporación al manejo de viñedos (INIA, 2020). Su uso se ha implementado en importantes zonas vitivinícolas del mundo (fig. 1), tales como California (Steenwerth et al., 2013), Europa (Celette et al., 2009) y Australia (Vogelweith & Thiery, 2017).

El establecimiento de cubiertas vegetales puede generar diversos efectos agronómicos en el cultivo de la *Vitis vinifera* L. (vid vinífera). Existen estudios que acreditan beneficios en términos de control biológico, polinización, control de malezas, calidad del suelo, reducción de riesgos de erosión y transferencia de agroquímicos a las aguas, captura de CO₂ atmosférico en el suelo, manejo del vigor y conservación de especies nativas gracias a su rol como corredor biológico (Zelanda, 2007). Es importante notar que un manejo adecuado puede evitar inconvenientes para los viñedos y para el balance económico de la producción (Ibáñez et al., 2011).

El manejo de cubiertas vegetales y el efecto esperado en el viñedo pueden ser regulados en función de la clasificación general según origen, permanencia en el tiempo y superficie ocupada. Adicionalmente, el tipo de especies vegetales escogidas (leguminosas, gramíneas y brásicas), determinarán una serie de datos técnicos relevantes para lograr un manejo adecuado. (INIA, 2020).

A diferencia de la situación en los países antes mencionados, actualmente en Chile es limitada la bibliografía en el tema de cubiertas vegetales entre hileras de viñedos (fig.1). Considerando el factor de competencia por recursos, el presente estudio busca responder a la interrogante sobre el efecto en el vigor de canopia de los viñedos que cuenten con cubiertas vegetales, cuyo monitoreo es una herramienta importante para obtener vides balanceadas entre parte vegetativa y parte reproductiva (Fuentes et al., 2014).

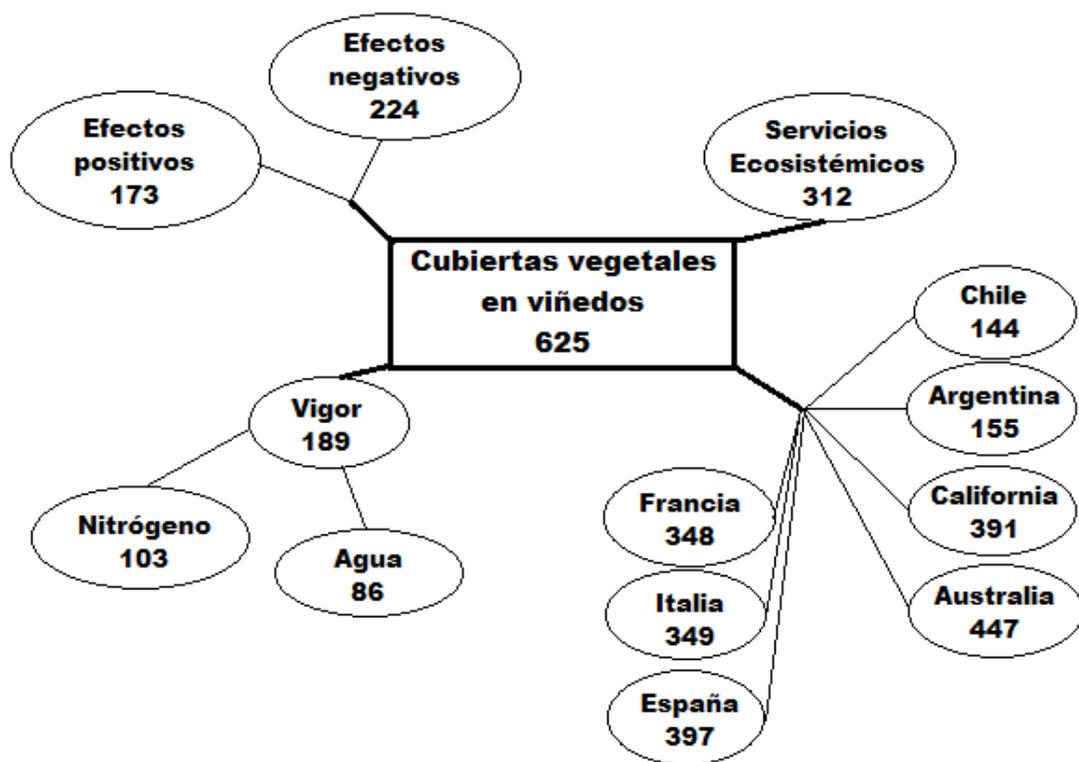


Figura 1. Diagrama de la cantidad de estudios resultantes en la búsqueda bibliográfica.
Fuente: Elaborado por el autor en base a búsqueda de literatura.

1.1 Hipótesis

La presencia de cubiertas vegetales en las entre hileras de una viña limita el vigor de las vides, dada la competencia por recursos bajo el suelo.

1.2 Objetivo general

Analizar el manejo de cubiertas vegetales y su efecto en el vigor de una viña, a través de un análisis de literatura académica, con foco en el contexto vitivinícola de la VI región.

Evaluar el efecto de la competencia por nitrógeno en el suelo.

Evaluar el efecto de la competencia por el recurso hídrico.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades de la vitivinicultura chilena

La importancia de Chile en el mercado internacional del vino lo posiciona en cuarto lugar como país exportador (ODEPA, 2021), dónde el cultivar más plantado es “Cabernet Sauvignon” (ODEPA, 2019) y la VI región se ha caracterizado como una de las tres principales que componen la oferta vitivinícola nacional (INE, 2011), con una fuerte predominancia de variedades tintas (SAG, 2019). En la actualidad, Chile exporta mayormente vino con denominación de origen (D.O.), en efecto, un 76,5% de las exportaciones producidas por el rubro de vinos y alcoholes de acuerdo con valores FOB (ver cuadro 2.1) y según las cifras acumuladas al primer cuatrimestre de 2021, la región de O’Higgins ocupó el tercer lugar nacional en exportaciones de vino con D.O, con un 23% según valores FOB (ver cuadro 2.2). Por otra parte, en el catastro vitícola nacional se reportó que la superficie plantada con vides viníferas en la VI región fue de 45.142 ha, un 33% respecto del total nacional, y de las cuales, un 98,2% tiene un régimen hídrico de riego (SAG, 2019).

Cuadro 2.1: Matriz detallada, comercio exterior. Consulta por Vinos y Alcoholes, Vino con denominación de origen y Vinos a granel.

Región / Origen	Destino	Producto	Año	Volumen (Miles de litros)	Valor FOB (M US\$)
Total País	Mundo	(Rub) Vinos y Alcoholes	2021	347.601,554	774.765,113
Total País	Mundo	(Grp) Vino con denominación de origen	2021	177.758,136	592.458,861
Total País	Mundo	(Grp) Vinos a granel	2021	139.516,818	121.005,882

Fuente: elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.
Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV); ODEPA (2021).

Cuadro 2.2: Exportaciones regionales: vino con denominación de origen. Enero a mayo de 2021

Región	Unidad	Volumen	Valor FOB (M US\$)
Antofagasta	Litros	1.494,0	8,7
BioBío	Litros	133.468,5	474,7
Coquimbo	Litros	423.145,0	2.117,2
Gral. Carlos Ibáñez Del Campo	Litros	31.752,0	62,3
La Araucanía	Litros	1.912,5	10,4
Libertador Bernardo O'Higgins	Miles de litros	36.905,8	136.444,9
Los Lagos	Litros	22.806,0	81,4
Magallanes	Litros	16.110,0	41,4
Maule	Miles de litros	51.712,1	147.189,1
Mercadería extranjera nacionalizada	Litros	114.805,8	804,6
Metropolitana	Miles de litros	65.576,4	221.919,0
Tarapacá	Litros	33.498,0	114,6
Valparaíso	Miles de litros	22.705,0	82.807,7
Ñuble	Litros	79.923,5	382,8

Fuente: elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV); ODEPA (2021).

La vid vinífera tiene una gran adaptabilidad edafoclimática y en consecuencia se cultiva en muchas regiones de Chile, sin embargo, un clima de tipo mediterráneo es ideal para la producción de vinos de calidad. (Cazanga et al., 2011). Sus exigencias climáticas están definidas por la temperatura, las lluvias y la insolación. Requiere una alta exposición al calor para su desarrollo vegetativo e iluminación para la maduración de sus frutos. Por una parte, la vid es sensible a las heladas de otoño y primavera, por la otra, lluvias durante la floración afectan la sanidad y la cuaja de sus frutos. Para la producción de vinos de calidad, la temperatura media anual debe ser al menos 9°C, óptimamente entre 11 y 18°C, con medias máximas de 30°C o más, mientras que la pluviometría oscile entre los 350 y 600 mm anuales (Cazanga et al., 2011)

Para el buen establecimiento de un huerto de vid vinífera, el suelo debe tener buen drenaje y no estar expuesto a heladas tardías en otoño o primavera. Generalmente, no se requieren suelos de alta fertilidad o profundos. La vid crece tanto en suelos muy arenosos como en suelos muy arcillosos, sin embargo, la productividad y longevidad incrementan en suelos con un mayor

equilibrio entre ambos extremos, es decir, en suelos del tipo franco arcillosos que poseen una importante cantidad de material coloidal y permiten un buen drenaje. En general, las necesidades de elementos minerales son menores para la vid en comparación con otros cultivos, incluso para conseguir altos rendimientos. Su rango de pH óptimo está entre 5,5 y 7,5 (Cazanga et al., 2011).

El estado fitosanitario de las viñas en la zona central de Chile se mantuvo estable durante 2020 hasta la llegada de lluvias veraniegas a fines de enero de 2021. Un 75% de los productores indicó ataques de la falsa araña de la vid (*Brevipalpus chilensis* B.), de los cuales un 57% señaló una baja incidencia. Un 70% dijo no tener ataques por la polilla del racimo (*Lobesia botrana*). Un 56% de los productores dijo no haber tenido incidencia de oidio (*Uncinula necátor*), mientras que un 39% indicó que se ha manifestado de forma leve. Un 97% de los productores indicó no haber tenido incidencia de pudrición gris (*Botrytis cinérea*) ni de mildiú (*Plasmopara vitícola*), por lo tanto, ambas enfermedades se mantuvieron bajo control hasta el evento de lluvias veraniegas mencionado anteriormente. (ODEPA, 2021)

Con respecto al efecto de la crisis sanitaria en la vitivinicultura, se ha observado que, de manera adicional a la migración de la mano de obra externa hacia las cosechas de cerezas y arándanos, que pagan mejores salarios, la pandemia de coronavirus COVID-19 produjo una disminución de la mano de obra en el rubro vitivinícola chileno desde fines de febrero de 2020. Lo anterior se vio reflejado en un 59% en actividades de poda y en un 65% en labores primaverales de los viñedos según 57% y 63% de los productores encuestados respectivamente. (ODEPA, 2021)

2.1.1 Vitivinicultura sostenible

La sustentabilidad es un concepto que en los últimos años ha tomado relevancia en diversas áreas siendo tema de investigación de más de 50.000 publicaciones relacionadas a la agricultura en las últimas 2 décadas y se puede sintetizar (fig. 2.1) como una relación que tiende al equilibrio de tres componentes, uno económico, uno social y uno medioambiental.

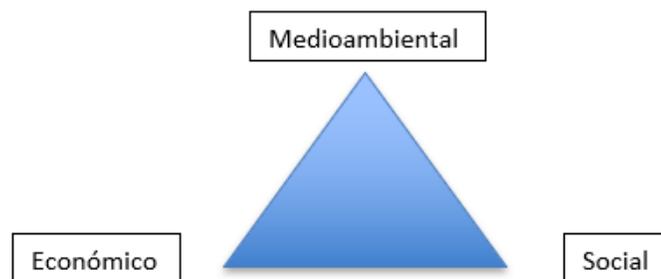


Figura 2.1: Esquema general de la sustentabilidad.

Fuente: Elaborado por el autor.

La definición de vitivinicultura sostenible es relativamente nueva, se ha desarrollado en resoluciones internacionales y está formulada como sigue: “Enfoque global de los sistemas de producción y transformación de las uvas, asociando a la vez la continuidad económica de las estructuras y de los territorios, la obtención de productos de calidad, la consideración de las exigencias de una viticultura de precisión, de los riesgos vinculados al medioambiente, a la seguridad de los productos y la salud de los consumidores, y la valoración de los aspectos patrimoniales, históricos, culturales, ecológicos y paisajísticos.” (OIV, 2004)

Las cubiertas vegetales representan un potencial aporte a algunos de los aspectos mencionados en la definición de vitivinicultura sostenible, principalmente en términos de riesgos vinculados al medio ambiente, valoración de aspectos ecológicos a nivel de parcela y de paisaje. Lo anterior se debe a las ventajas que ofrece la realización de dicha práctica con un adecuado manejo en contraste con las técnicas tradicionales de laboreo, por una parte, a nivel de la planta, y por otra, a nivel de suelo (Pérez & Lasheras, 2015).

2.2 Clasificación de las cubiertas vegetales

Las cubiertas vegetales, tienen como propósito principal otorgar cobertura al suelo. Pueden utilizarse en distintas estaciones y en algunos casos serán incorporadas al suelo. Estas deben establecerse y mantenerse activas especialmente en otoño e invierno para proteger el suelo de las lluvias y evitar la lixiviación de nutrientes. Existen diversos tipos de cubiertas vegetales y pueden establecerse a modo de monocultivos intercalados o en mezclas de distintas especies, su elección dependerá de los objetivos de incorporarlas como una práctica dentro del viñedo (Ovalle, 2020).

2.2.1 Según origen

Sembradas:

Las cubiertas vegetales sembradas pueden ser de tres tipos (Pérez y Lasheras, 2015):

- Siembra anual: es necesario preparar el suelo y sembrarlas todos los años para asegurar su establecimiento en la entre hilera, generalmente tras la vendimia. ej: *Hordeum* y *Medicago*.
- Autosembrada: se establece con especies que tienen la capacidad de regenerar la cubierta a través de las semillas latentes que van dejando en el suelo. ej: *Vulpia* y *Bromus*.
- Especies perennes: se establece con especies capaces de persistir más de un ciclo anual con vida, presentado una condición más fuerte en invierno, posteriormente a la vendimia ej: *Poa* y *Lolium*.

Natural o espontánea:

Corresponde a la vegetación generada naturalmente por el banco de semillas presente en el suelo, su desarrollo requiere ser controlado por siegas mecánicas o químicas (Pérez y Lasheras, 2015).

2.2.2 Según permanencia en el tiempo

-Cubiertas temporales: se establece en otoño/invierno para aprovechar la disponibilidad de agua y se elimina en primavera. Pueden ser transformadas en mulch o incorporarse al suelo para su posterior descomposición.

-Cubiertas permanentes: se mantienen todo el año y la competencia que les otorga su sistema radicular por el recurso hídrico las limita a zonas con >700 mm/año de pluviometría. (Pérez y Lasheras, 2015).

2.2.3 Según superficie

-Cubierta total: consiste en implementar la cubierta en todas las entre hileras del viñedo, ejerciendo una alta competencia con el desarrollo vegetativo de las vides. (Pérez y Lasheras, 2015)

-Cubierta parcial o alterna: consiste en establecer la cubierta en una de cada dos entre hileras o en entre hileras alternas con suelo labrado (Pérez y Lasheras, 2015).

2.3 Especies utilizadas como cubiertas vegetales

Dentro de los estudios realizados a la fecha sobre cubiertas vegetales entre hileras de viñedos en el mundo, se indica que las vegetaciones más usuales están compuestas por gramíneas, leguminosas o vegetación espontánea (Abad et al., 2021). También se utilizan especies de la familia de las brásicas, éstas se implementan de preferencia cuando el objetivo es el manejo de malezas, ya que tienen un rápido crecimiento (Ovalle, 2020).

Algunas de las gramíneas que se cultivan son *Hordeum vulgare*, *Festuca arundinacea*, *Festuca longifolia* y *Avena sativa*. Las especies de esta familia se caracterizan por generar una litera con un alto contenido de materia orgánica, lo que disminuye el contenido total de nitrógeno en el suelo y la humedad del suelo, reduciendo la tasa de mineralización del nitrógeno del suelo (Abad et al., 2021).

En muchos casos se utilizan leguminosas como arveja, lupino, haba, vicia y trébol. Esta familia es la preferida por aportar nitrógeno a los viñedos, pues tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo gracias a la reacción simbiótica que se produce en sus raíces con bacterias del género *Rhizobium*. Una cuantificación de lo anterior puede verse en los resultados de *Medicago polymorpha* cultivada en viñedos, con incrementos de hasta un 30% del contenido total de nitrógeno del suelo y de hasta un 100% en la mineralización del nitrógeno del suelo (Abad et al., 2021).

2.6. Manejo de cubiertas vegetales

El establecimiento de las cubiertas comienza por la siembra en otoño, se deja crecer hasta antes de su floración o poco después de ella, generalmente entre finales de invierno y comienzo de primavera para minimizar la competencia por agua y el riesgo de heladas (Ovalle, 2020). En este momento es necesario realizar una siega, que puede ser química, mecánica o mediante pastoreo (Pérez y Lasheras, 2015). Los residuos, o el abono verde, puede ser dejado en la superficie, descomponiéndose como mulch vegetal o bien puede ser incorporado al suelo. Dicha labor puede llevarse a cabo con el uso de un arado de disco o mediante una segadora rotativa (Ovalle, 2020).

	MANEJO CONVENCIONAL	MANEJO ECOLÓGICO
Marzo – Abril	Siembra anual de la o las especies de cubierta elegidas.	
Mayo – Junio	Abonado de la cubierta con nitrógeno, para aumentar su crecimiento (opcional).	
Mayo – Septiembre	Crecimiento de la cubierta vegetal.	
Principios de septiembre ¹	Tratamiento con herbicida de acción total, dejando viva una franja de cubierta para formar semilla (banda de sembrado).	Pases continuos de desbrozadora dejando viva una franja de cubierta para formar semilla (banda de sembrado). Uso del pastoreo para controlar la cubierta. Incorporación al suelo como abono verde.
Septiembre – Marzo	Dejar restos vegetales secos en superficie, protección del suelo ("mulching").	
Limitación	Inversión de flora a especies no deseadas de difícil control. Dificultad de establecimiento el primer año.	
	Elección de materias activas para eliminar las malas hierbas. Imprescindible barra de aplicación de herbicidas con protecciones y boquillas antideriva.	La hierba cortada sigue consumiendo agua y nutrientes hasta que se seca. Rebrotos continuos. Elección de ganado para la siega mediante pastoreo. Dificultad de manejo en el caso de gramíneas sembradas debido a la prohibición de herbicidas.
Dificultad	Media.	
Recomendación	Utilización de una mayor dosis de siembra a la recomendada para su cultivo.	

¹En el caso de una cubierta vegetal sembrada permanente, se suprimiría el control de la misma con el fin de dejarla completar su ciclo.

Figura 2.2: Resumen del manejo de una cubierta vegetal sembrada temporal, diferenciando manejo convencional y ecológico (adaptado al hemisferio sur).

Fuente: Guía de cubiertas vegetales en vid (Pérez & Lasheras, 2015).

En el caso de forrajeras de auto siembra, deben ser cortadas a fines de invierno a unos 10 cm de altura para reducir la competencia con malezas invernales y aumentar la absorción de calor y radiación para la protección contra heladas. Posteriormente, alrededor de noviembre y una vez que la semilla ha madurado, se realiza un nuevo corte para asegurar el restablecimiento de la cubierta. Para este tipo de cubiertas, es más recomendable el pastoreo con ovinos por su mayor efecto en la competencia con malezas, en este caso es necesario rezagar el pastoreo desde mediados de octubre (Ovalle, 2020).

Especie/tipo de cubierta vegetal	Capacidad de autosiembra	Asentamiento frente a especies invasoras	Dosis de siembra (kg/ha)	Ciclo vegetativo	Altura sin siega (cm)	Biomasa generada	Nº de siegas
Natural	media	-	-	medio	40	media	1
Trébol	media	medio	30	medio	41	media	1
Cebada	baja	alto	100	corto	82	alta	2
Veza	baja	bajo	90	corto-medio	50	media	1
Veza+ Avena	baja-media	medio	70	medio	85	alta	2
Medicago	media	bajo	40	medio	15	baja	0-1
Vulpia	alta	alto	15	corto-medio	54	media-alta	1
Festuca	alta	medio-alto	40	largo	58	media	1
Bromo	muy alta	alto	50	medio-largo	65	Media-alta	1-2
Ray-grass	muy alta	alto	40	largo	55	media	1

Figura 2.3: Caracterización agronómica de algunas especies de cubierta vegetal.

Fuente: Guía de cubiertas vegetales en vid (Pérez & Lasheras, 2015).

Por su parte, las forrajeras perennes deben cortarse temprano desde el primer invierno después de la siembra, posteriormente se debe cortar mensualmente evitando excesos de biomasa, a una altura de un puño cada vez que las plantas alcancen entre 20 y 25 cm. Ahora bien, para no interferir con labores de vendimia, se realiza un corte más bajo alrededor de los 3 cm al final de la temporada (Ovalle, 2020).

En algunos casos, el abonado de la cubierta con nitrógeno durante sus primeros 2 meses de establecimiento, es una labor opcional para aumentar su crecimiento y limitar la competencia con las vides (Pérez & Lasheras, 2015).

	MANEJO CONVENCIONAL	MANEJO ECOLÓGICO
Marzo – Abril	Dejar crecer toda la vegetación, cubriendo el suelo con la vegetación espontánea.	
Mayo – Junio	Abonado de la cubierta con nitrógeno, para aumentar su crecimiento (opcional).	
Mayo – Septiembre	Crecimiento de la cubierta vegetal.	
Agosto – Septiembre ¹	Uso de herbicidas autorizados.	Pases continuos con desbrozadora para limitar el crecimiento de la cubierta. Uso del pastoreo para controlar la cubierta.
Septiembre – Marzo	Dejar restos vegetales secos en superficie, protección del suelo ("mulching").	
Limitación	Inversión de flora a especies no deseadas de difícil control.	
	Elección de materias activas para eliminar las malas hierbas. Imprescindible barra de aplicación de herbicidas con protecciones y boquillas antideriva.	La hierba cortada sigue consumiendo agua y nutrientes hasta que se seca. Rebrotos continuos. Elección de ganado para la siega mediante pastoreo.
Dificultad	Baja.	

¹En el caso de una cubierta vegetal natural o espontánea permanente, se suprimiría el control de la misma con el fin de dejarla completar su ciclo.

Figura 2.4: Resumen del manejo de una cubierta vegetal natural o espontánea temporal (adaptado al hemisferio sur).

Fuente: Guía de cubiertas vegetales en vid (Pérez & Lasheras, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Fuentes de información

Este estudio comienza por la búsqueda de literatura académica. Se consultaron las bases de datos de Web Of Science, Scopus, Proquest One Academic, Google Scholar y Google en los idiomas inglés y español.

Se utilizaron combinaciones de búsqueda bibliográfica resultantes de palabras claves como “viticulture”, “vineyards”, “covercrops”, “inter-row crops”, “alley crop”, “sustainability”, “management”, “effects”, “soil”, “diversity”, entre otras, con el fin de seleccionar aquellos documentos que detallaran factores relacionados al manejo de cubiertas vegetales entre hileras de viñedos. A continuación, se presenta un ejemplo de las ecuaciones resultantes: (wine* OR vine* OR viti*) AND ((cover* OR Inter* OR alley*) AND (crop OR row) NOT (plastic)).

En un principio se excluyó el término plástico, dada la coincidencia entre las frases cubiertas vegetales y cubiertas plásticas. Posteriormente se realizó un diagrama o mapa de búsqueda bibliográfica que permitió enfocar los resultados (figura 1).

3.2 Contexto del estudio

El estudio se enfoca en la región del Libertador Bernardo O’Higgins, la cual se extiende entre 33°51’ y 35°01’ de latitud sur y desde 70°02’ de longitud oeste hasta el océano pacífico con una superficie de 16.387 km², se divide en tres provincias y 33 comunas, de las cuales la ciudad de Rancagua es su capital regional. La actividad agrícola forma parte de los rubros más destacados de acuerdo con la vocación productiva de la región (GORE, 2021).

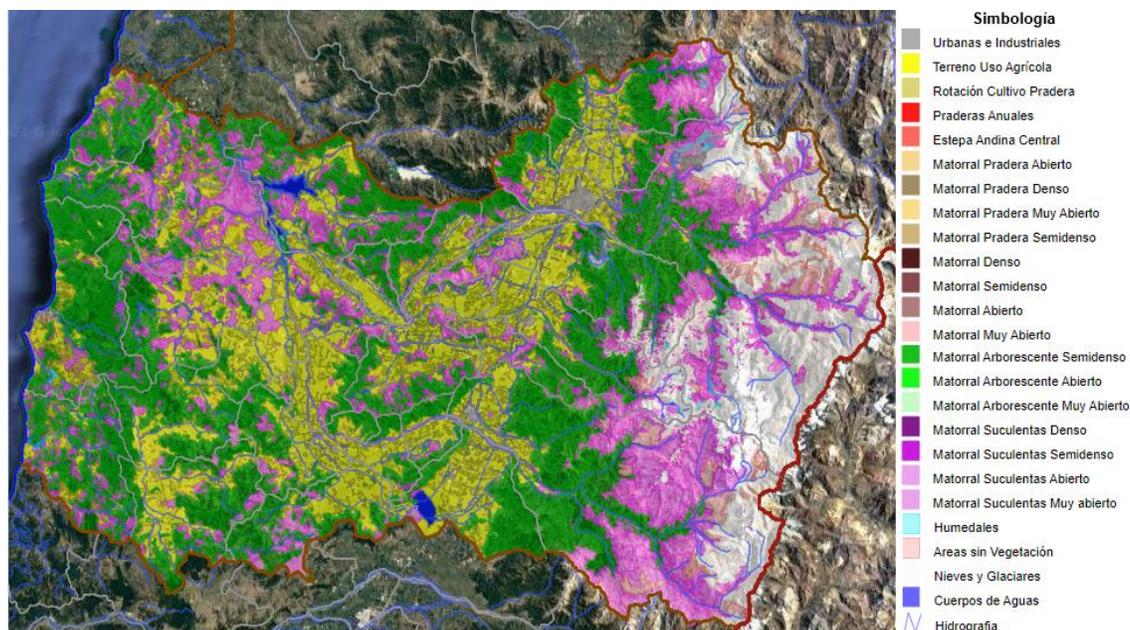


Figura 3.1: Distribución de la superficie por tipo de uso de suelo, Región de O'Higgins.

Fuente: SIT, Sistema de Información Territorial; CONAF (2019).

La red hidrográfica es representada principalmente por el río Rapel cuya confluencia llega desde el Cachapoal y el Tinguiririca, afluentes que nacen en el sector andino (GORE, 2021). Los Terrenos Agrícolas ocupan 405.304 ha y después de Bosques, corresponden al segundo tipo de uso de suelo, ocupando un 24,8% de la superficie regional (Conaf, 2020).

Según datos meteorológicos actuales, la VI región ha registrado una pluviometría anual suficiente pero limitante para el cultivo de la vid en la mayoría de las estaciones durante 2020 tras un seco 2019 (fig. 3.2). Estas condiciones mantienen a la mayoría de los viñedos bajo un estrés hídrico moderado y hacen necesario el uso de sistemas de riego tecnificado para compensar la demanda de agua entre floración y carga frutal.

Las temperaturas medias han presentado valores normales para el desarrollo de la vid, con un favorable contraste entre mínimas y máximas durante los últimos dos años en dos comunas del valle del Cachapoal, como referencia regional en el Informe Previsión Vendimia 2021 (fig. 3.3 y 3.4).

Con respecto a las últimas heladas primaverales, en su mayoría se concentraron en el mes de agosto de 2020, en diversas partes del país y en la región de O'Higgins no se manifestaron eventos intensos, por ende y dado el estado fenológico en dicha etapa, los daños por concepto de heladas se indicaron como leves. Se registró una baja cantidad de heladas durante el mes de septiembre y una sola en el mes de octubre, en sus primeros días (ODEPA, 2021).

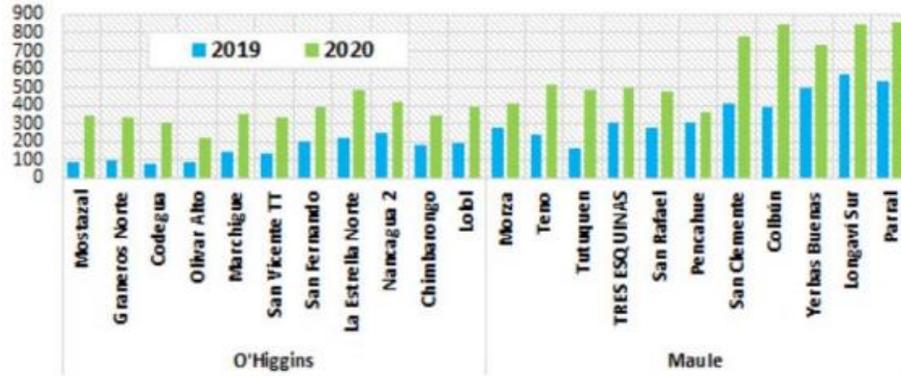


Figura 3.2: Precipitaciones acumuladas al 30 de noviembre (mm), regiones de O'Higgins y Maule. Fuente: elaborado por ODEPA con información de las redes agrometeorológicas de INIA y Agromet; ODEPA (2021).

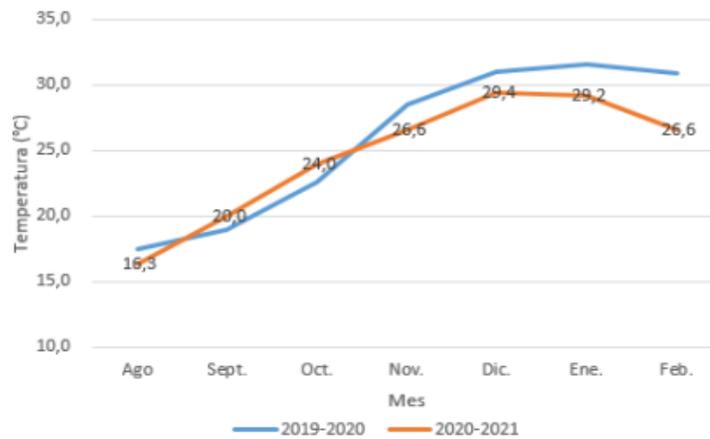


Figura 3.3: Temperaturas máximas medias de Rengo, Valle del Cachapoal. Fuente: elaborado por ODEPA con información de la red agrometeorológica del INIA y de Agromet; ODEPA (2021).

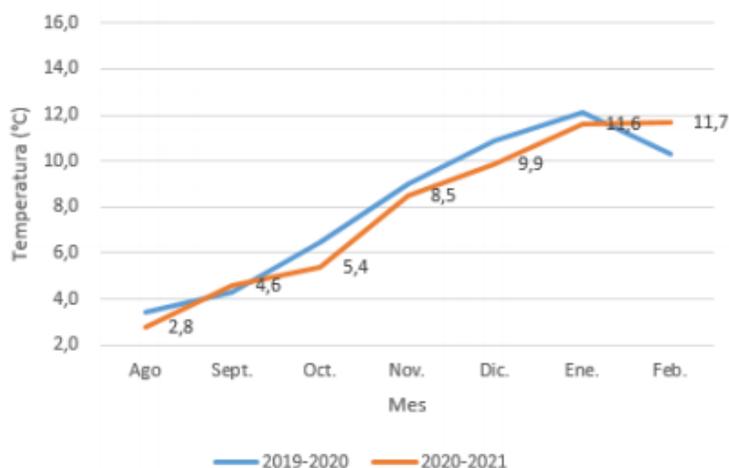


Figura 3.4: Temperaturas mínimas medias de Rengo, Valle del Cachapoal.

Fuente: elaborado por ODEPA con información de la red agrometeorológica del INIA y de Agromet; ODEPA (2021).

En cuanto al estado de los suelos, la VI región es la que posee mayor superficie de suelos erosionados (fig. 3.5) entre las principales regiones productoras de vino (V, RM, VI y VII). Un 52,5% de la superficie total regional corresponde a suelos con algún grado de erosión (fig. 3.6).

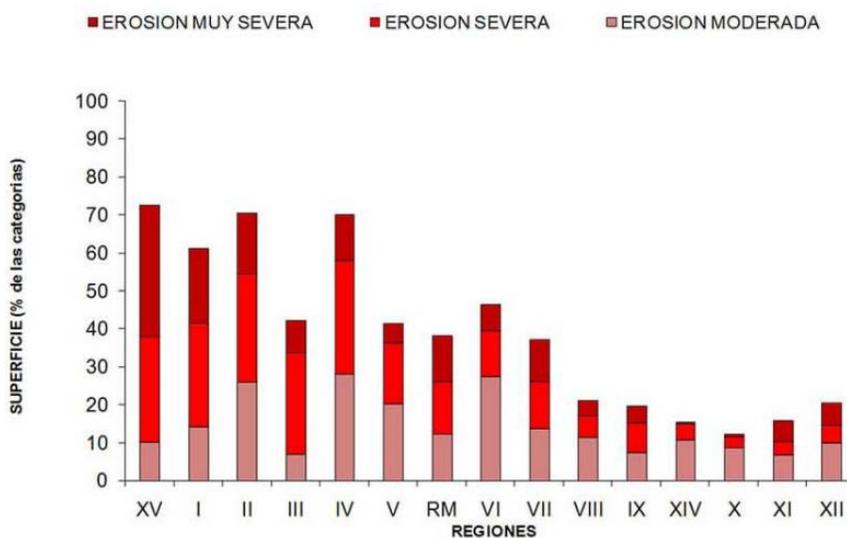


Figura 3.5: Porcentaje de superficie regional afectada por erosión.

Fuente: Elaborado por CIREN, 2010.

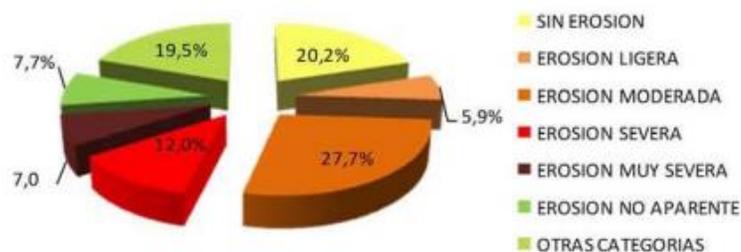


Figura 3.6: Grado de la erosión de los suelos de la VI región.

Fuente: Elaborado por CIREN, 2010.

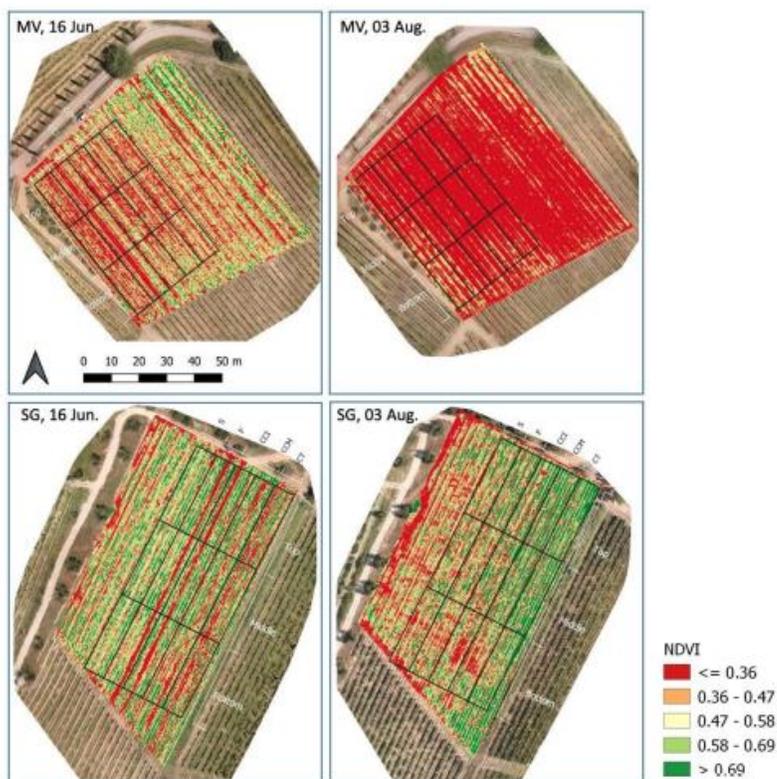


Figura 3.7: Mapeo del NDVI de junio y agosto 2018 para dos viñas del hemisferio norte.

Fuente: Puig-Sirera et al., 2021.

- Mediciones de campo: El principal parámetro utilizado para la representación del vigor de canopia es el Índice de área foliar (IAF) (Fuentes et al., 2014) y a menudo se obtiene a través de la manipulación de un ceptómetro como el SunScan Delta-T cuando la elevación del sol tiene un ángulo cercano a 40° (López-Lozano, 2012).
- Mediciones de teledetección: Sistemas de información geográfica (SIG) como QGIS para estimar superficie de canopia a través de NDVI (Puig-Sirera et al., 2021).

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1 Aspectos positivos

Las ventajas agronómicas y medioambientales que puede brindar la utilización de cubiertas vegetales se pueden manifestar principalmente en dos niveles dentro del viñedo (Pérez & Lasheras, 2015).

A nivel de suelo:

- Protege contra la erosión, limitando escorrentía y lixiviación (Marqués et al., 2010).
- Mejora la estructura del suelo y facilita su aireación (Gil y Knopp, 2020).
- Promueve el reciclaje de nutrientes (Gattullo et al., 2020) y fijación de nitrógeno atmosférico por parte de leguminosas (Pérez & Lasheras, 2015).
- Facilita el paso de maquinaria en épocas lluviosas del año (Yuste, 2005).
- Reduce la compactación producida por el paso de la maquinaria, "huella de arado" (Pérez & Lasheras, 2015).
- Enriquece el suelo en materia orgánica (Alburquerque et al., 2008).
- Activa la vida microbiana del suelo y aumenta su biomasa (Gattullo et al., 2020). Algunos estudios muestran un incremento en la actividad de nematodos entomopatógenos (Blanco-Perez et al., 2020) y otros en la abundancia de lombrices y retención de agua útil (Virto et al., 2012).
- Controla el crecimiento de algunas malas hierbas, reduciendo la dependencia de herbicidas (Ovalle et al., 2007).

A nivel de planta:

- Puede mejorar la calidad de la uva, en cuanto a sanidad y composición, dado el microclima aireado y expuesto como resultado de un menor desarrollo vegetativo, reduciendo el riesgo de enfermedades fúngicas (Murisier, 1986).
- Contribuye a la resiliencia agro-ecosistémica y al control biológico del balance entre plagas y depredadores, mediante la biodiversidad sustentada en la cubierta (Saenz-Romo et al., 2019 b) (Blanco-Perez et al., 2020), ofreciendo alternativas al uso de insecticidas para el control de la araña roja de la vid (Saenz-Romo et al., 2019 a) por ejemplo.

Cuadro 4.1: Cantidad de estudios concluyentes sobre el efecto de cubiertas vegetales en el vigor de viñedos.

Tratamiento	Aumento del vigor	Disminución del vigor
Cubierta Vegetal v/s Labranza convencional	16	43

Fuente: Elaborado por el autor en base a la literatura consultada.

4.2 Aspectos negativos

Debe señalarse que el manejo de la cubierta vegetal puede causar algunos efectos contraproducentes, generalmente asociados a la competencia por agua o nutrientes y el aumento del riesgo de heladas. Dentro de los 189 estudios que relacionan el vigor de las vides con la presencia de cubiertas vegetales (fig. 1) se encontraron 43 que concluyen en una disminución del vigor y en algunos casos también del rendimiento (Celette et al., 2005) respecto de labranza convencional, mientras que 16 estudios encontraron un aumento del vigor.

El régimen hídrico y la capacidad de reserva hídrica del suelo condicionan la coexistencia de las cubiertas vegetales en un viñedo (Pérez & Lasheras, 2015) pues, al aumentar la superficie con vegetación aumenta la demanda de agua por concepto de evapotranspiración (Puig-Sirera, 2021). Una mayor evapotranspiración eleva la humedad relativa, lo que puede favorecer el desarrollo de enfermedades fungosas tales como la pudrición gris (*Botrytis cinérea*).

El aumento del contenido de carbono orgánico en los suelos puede repercutir en la relación C/N de los suelos (Gatullo et al., 2020) limitando la disponibilidad de nitrógeno lábil para las raíces de las vides. Estudios de tres años consecutivos han concluido que cubiertas vegetales de gramíneas disminuyen el contenido de nitrógeno en el suelo y en la vid desde el primer año, mientras que leguminosas lo disminuyen solo el primer año (Pérez-Álvarez et al., 2015).

La competencia por nitrógeno en viñedos no fertilizados, con presencia de cubiertas vegetales ha mostrado una disminución del crecimiento y vigor de la vid a causa de una significativa reducción en la absorción y almacenaje de nitrógeno en la planta (Celette et al., 2009). Un bajo contenido de nitrógeno en la planta limita la producción de clorofila, y sumado a una baja absorción de agua implica un déficit en la fotosíntesis de las vides (Pérez-Álvarez et al., 2015).

5. CONCLUSIÓN

Sintetizando la información recopilada en este estudio, la presencia de cubiertas vegetales puede ofrecer beneficios tanto en viñedos como en la fruticultura, otorgando funciones ecosistémicas sustentadas en la disponibilidad de recursos que pueden generar rápidamente desde el nivel del suelo, teniendo influencia en la dinámica de poblaciones intra e inter cultivo.

Como resultado de su interés en el mundo del vino dada su vinculación en términos de sustentabilidad, las publicaciones científicas que estudian las cubiertas vegetales forman parte de planes de manejo y manuales de instituciones gubernamentales de los principales países productores de vino. Sin embargo, aún se puede considerar como un manejo destinado a mercados de nicho ya que su implementación requiere un grado de intensificación importante a tomar en cuenta.

Se señalan el contenido de agua y nitrógeno en el suelo como factores determinantes del comportamiento del vigor de las viñas en presencia de cubiertas vegetales.

Algunos de los estudios concluyeron que la composición del suelo tiene una mayor correlación con la variabilidad del vigor de las vides que la presencia o ausencia de cubiertas vegetales. Aun así, se puede considerar que la presencia de cubiertas vegetales, independiente del tipo, en un viñedo llega a ejercer un efecto limitante para el vigor de las vides, el cual se acentúa en las zonas climáticas más áridas.

6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, J., Hermoso de Mendoza, I., Marín, D., Orcaray, L., & Santesteban, L. G. 2021. Cover crops in viticulture. A systematic review (1): Implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard. *OENO One*, 55(1), 295–312.

Alburquerque, M.V., et al. 2008. Influencia de las cubiertas vegetales de suelo en un viñedo de Tempranillo en la D.O. Rueda. *Viticultura Enológica Profesional*, 114: 34-41.

Blanco-Pérez, R., Sáenz-Romo, M. G., Vicente-Díez, I., Ibáñez-Pascual, S., Martínez-Villar, E., Marco-Mancebón, V. S. & Campos-Herrera, R. 2020. Impact of vineyard ground cover management on the occurrence and activity of entomopathogenic nematodes and associated soil organisms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 301, 107028.

Carbone, A., Demaria, F. & Henke, R. 2021. The sophistication of international wine trade: a new import measure. *Italian Economic Journal*, 1-20.

Cazanga, R., Leiva, C., Lara, P., Cárdenas, M., Reyes, G., Zamora, G. & Sáez, H. 2011. Antecedentes sobre producción frutícola y vitícola de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Pub. CIREN N°137. CIREN.

Celette, F., Findeling, A., & Gary, C. 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *European Journal of Agronomy*, 30(1): 41-51.

Celette, F., Wery, J., Chantelot, E., Celette, J. & Gary, C. 2005. Belowground Interactions in a Vine (*Vitis vinifera* L.)-tall Fescue (*Festuca arundinacea* Shreb.) Intercropping System: Water Relations and Growth. *Plant Soil* 276, 205–217

Conaf | Corporación Nacional Forestal. 2020. Sistema de Información Territorial – Cifras Oficiales Catastro CONAF. [En línea] Disponible en: <https://sit.conaf.cl/exp/exp_modulo180.php> [Consultado el 28 de junio de 2021].

Fuentes, S., Poblete-Echeverría, C., Ortega-Farías, S., Tyerman, S. and De Bei, R. (2014), New automated canopy vigour monitoring tool. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20: 465-473.

Gattullo, C. E., Mezzapesa, G. N., Stellacci, A. M., Ferrara, G., Occhiogrosso, G., Petrelli, G., Castellini, M. & Spagnuolo, M. 2020. Cover crop for a sustainable viticulture: Effects on soil properties and table grape production. *Agronomy*, 10(9): 1334.

Gil, P. & Knopp, D. (Editores) 2020. Acciones para una vitivinicultura sustentable e inocua. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 152 pp.

Giuliani, E., Morrison, A., Pietrobelli, C. & Rabelotti, R. 2010. Who are the researchers that are collaborating with industry? An analysis of the wine sectors in Chile, South Africa and Italy. *Research Policy*, 39(6): 748-761.

Gore O'Higgins | Gobierno Regional de O'Higgins. 2021. Región - GORE. [En línea] Disponible en: <<http://www.goreohiggins.cl/region>> [Consultado el 28 de junio de 2021].

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M.P. 2014. Metodología de la investigación. Sexta edición. México D.F.: McGraw-Hill.

Ibáñez, S., Pérez, J. L., Peregrina, F., & García-Escudero, E. 2011. Utilización de Cubiertas Vegetales en Viñedos de la DO Ca. Rioja, España. *Boletín de la OIV - Organización Internacional de la Viña y el Vino*, 84(965), 347.

INE | Instituto Nacional de Estadísticas. 2011. Bodegas de vino, Encuesta Nacional 2011. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile. 36 p.

López-Lozano, R., & Casterad, M. A. 2013. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(1), 116-122.

Marqués, M.J., García-Muñoz, S., Muñoz-Organero, G., & Bienes, R. 2010. Soil conservation beneath grass cover in hillside vineyards under Mediterranean climatic conditions. Madrid, España. *Land Degradation and Development*, 21: 122-131.

Murisier, F. 1986. Le point sur les techniques d'entretien des sols viticoles en Suisse. 2ème

symposium international sur la non culture de la vigne: 15-26.

ODEPA | Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2021. Informe de previsión de vendimia 2021. Informe final - ODEPA. [En línea] Disponible en: <<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/consultorias-y-asesorias/informe-de-prevision-de-vendimia-2021-informe-final>> [Consultado el 20 de junio de 2021].

ODEPA | Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2021. Vinos - ODEPA. [En línea] Disponible en: <<https://www.odepa.gob.cl/rubros/vinos-y-alcoholes>> [Consultado el 29 de mayo de 2021].

OIV | Organización Internacional de la Viña y el Vino. 2021. Base de datos - OIV | Organización Internacional de la Viña y el Vino. [En línea] Disponible en: <<https://www.oiv.int/es/statistiques/recherche>> [Consultado el 10 de junio de 2021].

OIV | Organización Internacional de la Viña y el Vino. 2008. Guía de la OIV para una vitivinicultura sostenible: producción, transformación y acondicionamiento de los productos. Resolución CST 1/2008.

OIV | Organización Internacional de la Viña y el Vino. 2004. Desarrollo de la vitivinicultura sostenible. Resolución CST 1/2004.

Ovalle, C., del Pozo, A., Lavín, A., & Hirzel, J. 2007. Cubiertas vegetales en viñedos: comportamiento de mezclas de leguminosas forrajeras anuales y efectos sobre la fertilidad del suelo. *Agricultura Técnica*, 67(4): 384-392.

Ovalle, C., Del Pozo, A., Peoples, M. B., & Lavín, A. 2010. Estimating the contribution of nitrogen from legume cover crops to the nitrogen nutrition of grapevines using a 15 N dilution technique. *Plant and Soil*, 334(1): 247-259.

Ovalle, C. 2020. Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. *Boletín INIA N° 425*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Chile. 106 p.

Pérez, P. & Lasheras, J. 2015. Guía de Cubiertas Vegetales en Vid. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Sevilla, España. 25 p.

Pérez-Álvarez, E., Garde-Cerdán, T., Santamaría, P., García-Escudero, E. & Peregrina, F. 2015. Influence of two different cover crops on soil N availability, N nutritional status, and grape yeast-assimilable N (YAN) in a cv. Tempranillo vineyard. *Plant Soil* 390, 143–156.

Puig-Sirera À., Antichi D., Warren Raffa D., Rallo G. 2021. Application of Remote Sensing Techniques to Discriminate the Effect of Different Soil Management Treatments over Rainfed Vineyards in Chianti Terroir. *Remote Sensing* 13(4):716.

Quezada, C., Sandoval, M., Ovalle, C., & Pérez, V. 2020. Effect of grass cover crops on water availability and yield in non-irrigated vineyards. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, ex Agro-Ciencia*. 36(2): 140-150.

SAG | Servicio Agrícola Ganadero. 2019. Catastro vitícola nacional - ODEPA. [En línea] Disponible en: < <https://www.odepa.gob.cl/rubro/vinos/catastro-viticola-nacional> > [Consultado el 20 de Junio de 2021].

Steenwerth, K.L., McElrone, A.J., Calderon-Orellana, A; Hanifin, R.C., Storm, C., Collatz, W. & Manuck, C. 2013. Cover Crops and Tillage in a Mature Merlot Vineyard Show Few Effects on Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 64(4): 515-521.

Sáenz-Romo, M.G., Martínez-García, H., Veas-Bernal, A., Carvajal Montoya, L.D., Martínez-Villar, E., Ibáñez Pascual, S., Marco-Mancebon & Pérez-Moreno, I. 2019. Effect of ground-cover management on predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in a Mediterranean vineyard. *Vitis*. 58(5): 25-32.

Sáenz-Romo, M. G., Veas-Bernal, A., Martínez-García, H., Ibáñez-Pascual, S., Martínez-Villar, E., Campos-Herrera, R., Marco-Mancebón, V. S. & Pérez-Moreno, I. 2019. Effects of ground cover management on insect predators and pests in a mediterranean vineyard. *Insects*.10(12): 421.

Virto, I., Imaz, M.J., Fernandez-Ugalde, O., Urrutia, I., Enrique, A. & Bescansa, P. 2012. Soil quality evaluation following the implementation of permanente cover crops in semi-arid vineyards. Organic matter, physical and biological soil properties. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 10(4): 1121-1132.

Vogelweith, F. & Thiery, D. 2017. Cover crop differentially affects arthropods, but not diseases, occurring on grape leaves in vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 23(3):426-431.

Yuste, J. 2005. Cubiertas vegetales para el viñedo. *Tecnología del vino*, 27: 48-54.

Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P. & Mouchet, C. 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method - From the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development*. 16. 271-281.

Zelanda, B. N. (2007). *Corredores Biológicos para el Manejo de Plagas y Enfermedades Agrícolas: Teoría y Aplicación* (Doctoral dissertation, Universidad de Talca).