



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL

Corporación Regional de
Desarrollo Productivo



Universidad Austral de Chile

Conocimiento y Naturaleza

MANUAL TÉCNICO-PRODUCTIVO DEL CULTIVO DEL LÚPULO EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

Desarrollado como parte del estudio
"PLAN DE ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA PARA
EL CULTIVO DEL LÚPULO EN LA REGIÓN
DE LOS RÍOS"

Proyecto financiado a través del
Fondo de Innovación para la Competitividad Regional
(FIC-R), del Gobierno Regional y su Consejo Regional,
a través de la Corporación Regional de Desarrollo
Productivo.

Autores

Carolina Lizana Campos
Rodrigo Cazanga Solar
Felipe Sanchez
Erika Briceño Ponce
Hardy Vergara
Eduardo Sanguinet
Barbara Vargas
José Miguel Villatoro
Alejandro Jerez
Anita Behn
Ivan Maureira
Erico Kutchartt
Felipe Leiva
Daniela Quezada
Tracy Tobar
Eduardo Von Bennewitz

Editores

Carolina Lizana Campos
Rodrigo Cazanga Solar

Agradecimientos

Gobierno Regional de los Ríos y su Consejo Regional
Corporación Regional de Desarrollo Productivo
Lúpulos Hueimen
Lúpulos Tres Puentes
Cervecería Kunstmann
Cervecería Kainos
Cervecería Tres puentes
Asociación de Productores de Lúpulo de Chile, Asolup
Richard Toro
Lucía Alarcón

TABLA DE CONTENIDOS

Autores.....	3	IV. PRODUCCIÓN Y MERCADO DEL LÚPULO.....	92
Editores.....	3	1. Estadísticas productivas.....	92
Agradecimientos.....	3	2. Demanda de lúpulo.....	93
Tabla de contenido.....	4	3. Comercio internacional.....	95
DEDICATORIA.....	5	V. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	99
I. INTRODUCCIÓN.....	6	1. Evaluación privada de proyectos.....	100
II. ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL LÚPULO.....	7	2. Marco económico-financiero de un proyecto.....	103
1. Modelo de clima.....	8	3. Metodología de evaluación del proyecto.....	105
2. Modelo de suelo.....	9	3.1 Supuestos del proyecto formulado.....	106
3. Zonificación de aptitud productiva para rendimiento y calidad, bajo condiciones climáticas actuales y futuras (escenarios IPCC, 2030 y 2040).....	9	3.2 Análisis económico-financiero.....	108
III. ASPECTOS TÉCNICOS Y PRODUCTIVOS.....	29	3.3 Análisis de sensibilidad.....	111
1. Antecedentes generales.....	29	4. Resultados principales.....	112
2. Características del cultivo.....	31	4.1 Proyecto 1: Área plantada de 1ha.....	112
2.1 Morfología.....	31	4.1.1 Definición del producto.....	112
2.2 Fenología.....	38	4.1.2 Etapas generales del proceso productivo: Ingeniería del proceso de producción.....	113
3. Variedades y Ecotipos.....	44	4.1.2.1 Preparación.....	114
4. Requerimientos climáticos.....	53	4.1.2.2 Proceso Productivo.....	115
5. Requerimientos nutricionales.....	57	4.1.3 Implementación del proyecto: Plan de inversiones... 4.1.3.1 Desembolsos de la inversión inicial.....	115 118
5.1 Macronutrientes.....	57	4.1.3.2. Costos de operación del proyecto.....	118
5.2 Micronutrientes.....	61	4.1.4. Ingresos netos.....	120
6. Enfermedades y plagas.....	62	4.1.5. Análisis de rentabilidad y viabilidad económico-financiera.....	121
6.1 Enfermedades.....	62	4.1.6 Análisis de sensibilidad del proyecto.....	123
6.2 Plagas.....	67	4.2 Proyecto 2: Evaluación del patio demostrativo.....	129
7. Manejo agronómico.....	70	4.2.1 Análisis de rentabilidad y viabilidad económico-financiera del proyecto 550m ² plantación neta.	131 131
8. Cosecha y postcosecha.....	88	4.2.2 Análisis de sensibilidad.....	131
		5. Conclusiones y recomendaciones.....	132
		VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
		Anexo 1.....	140
		Cartografía territorial y climática.....	140
		Resultados del estudio de variables climáticas	144
		del territorio de la Región de Los Ríos.....	144
		Información edáfica del territorio de la Región de Los Ríos	172
		Cartografía base.....	177
		Anexo 2.....	182
		PROYECTO A – ÁREA PLANTADA DE 1 HA.....	182
		PROYECTO B – ÁREA PLANTADA DE 550m ²	189

DEDICATORIA

*En memoria de nuestro amigo y colega
Eduardo Von Bennewitz*

I. INTRODUCCIÓN

Este manual de producción de lúpulo (*Humulus lupulus* L), constituye uno de los productos del proyecto “PLAN DE ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA PARA EL CULTIVO DEL LÚPULO EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS” realizado por la Universidad Austral de Chile y el Gobierno Regional de Los Ríos, a través de la Corporación Regional de Desarrollo Productivo.

La información que se presenta ha sido generada integrando una gran diversidad de estudios desarrollados durante el transcurso del proyecto. Asimismo, se han considerado antecedentes publicados en la literatura y resultados obtenidos en proyectos anteriores efectuados por estas instituciones.

Este producto podrá ayudar a la toma de decisiones productivas de agricultores, profesionales y empresarios, así como de instituciones públicas y privadas, que tengan interés en la producción de lúpulo en la Región de Los Ríos.

II. ZONIFICACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL LÚPULO

Desde hace algunas décadas, que los modelos de simulación han dejado de ser herramientas solo útiles en la investigación y la educación, transformándose en poderosos asistentes en la toma de decisiones en la cadena productiva de muchos rubros agrícolas.

En consecuencia, con lo anterior, y con el propósito de identificar áreas geográficas con diferente aptitud para la producción de las especies y variedades consideradas, se realizó una zonificación agroecológica, utilizando el modelamiento ecofisiológico, de acuerdo con el esquema presentado en la Figura 1 (Cazanga, 2012). Esta metodología incluye el modelamiento ecofisiológico y metabólico (Cazanga et al., 2011), así como el modelamiento climático y la espacialización territorial de los parámetros (Morales et al., 2018). Basado en estos modelos, se realizó la zonificación de aptitud productiva, la cual ayudará a la toma de decisiones estratégicas relacionadas con la producción de lúpulo en la región de Los Ríos, considerando el efecto del cambio climático (IPCC, 2022).

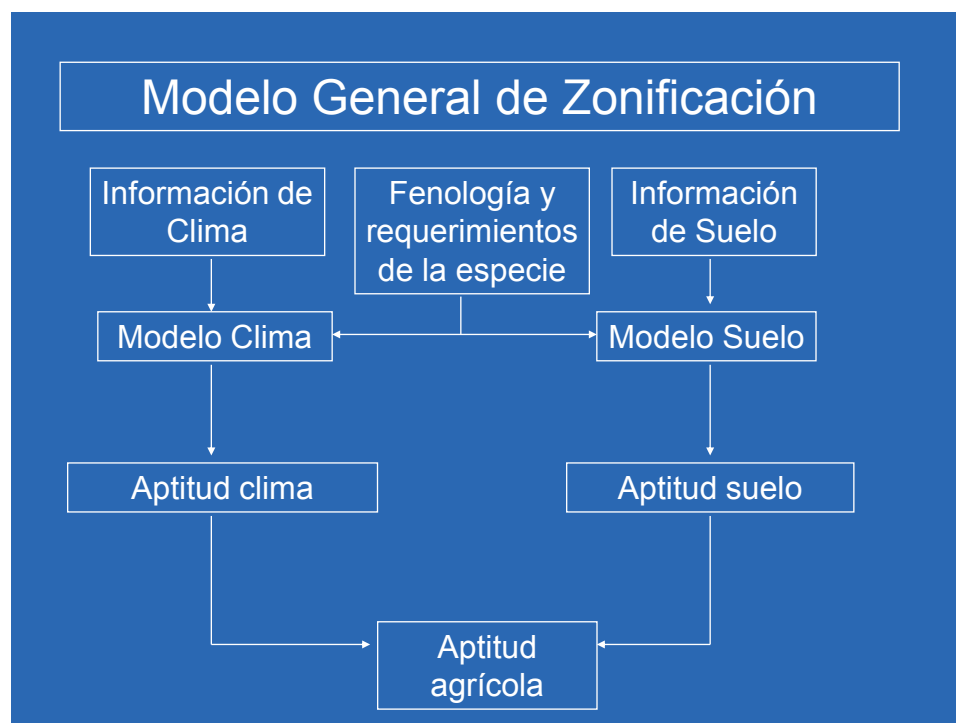


Figura 1. Diagrama de flujo simplificado del método de estimación de la aptitud productiva

Para cada lugar geográfico, donde puedan definirse sus condiciones climáticas y edáficas, se estimó la aptitud productiva mediante dos modelos, uno climático y otro de suelo, los cuales cuantifican la respuesta productiva de la planta a las condiciones ambientales. De esta manera, se calculó la aptitud productiva por clima (APC), y la aptitud productiva por suelo (APS), respectivamente.

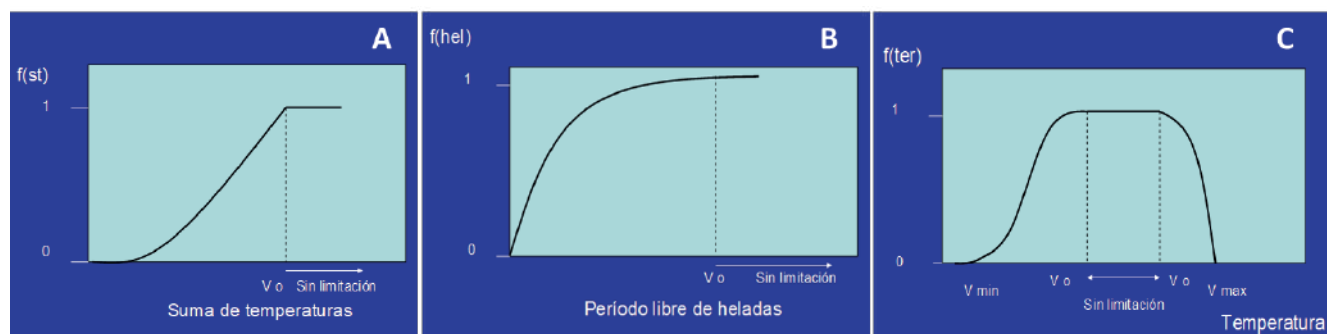
La información de clima y suelos aplicada del proyecto proviene de las bases de datos que posee el equipo de investigación.

1. Modelo de clima

El modelo de aptitud productiva por clima (APC) considera diversos parámetros climáticos de entrada, un conjunto de índices de respuesta fisiológica de la planta a tales parámetros, una función integradora de la respuesta de la planta a cada parámetro y un algoritmo de cálculo.

Entre los parámetros climáticos que se consideran están las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire, la temperatura del aire a nivel horario, la suma de temperaturas sobre cierto umbral desde septiembre a mayo, las horas de frío entre 7 y 0 °C acumuladas entre mayo y septiembre, inclusive, la humedad relativa del aire, el período libre de heladas y la exposición a la radiación solar.

En consecuencia, con lo anterior, la APC es cuantificada mediante un modelo multiplicativo, de acuerdo a Monteith (1996). Entre las funciones, que considera el modelo están la suma de temperaturas ($f(st)$), ocurrencia de heladas ($f(hel)$), temperatura ($f(ter)$), humedad relativa ($f(hr)$) y grado de exposición a la radiación solar ($f(rs)$), algunas de estas se presentan como ejemplo, en la Figura 2.



2. Modelo de suelo

En forma similar al caso del clima, la aptitud productiva por suelo (APS) es cuantificada en función de, entre otros factores, textura ($f(\text{text})$), profundidad ($f(\text{prof})$), drenaje ($f(\text{dren})$)

Lo anterior implica, por ejemplo, que el efecto del mal drenaje del suelo afectará el crecimiento de las raíces de la planta, aún, cuando la profundidad sea más que suficiente.

Algunas de las funciones del modelo de suelo se presentan en forma gráfica en la Figura 3.

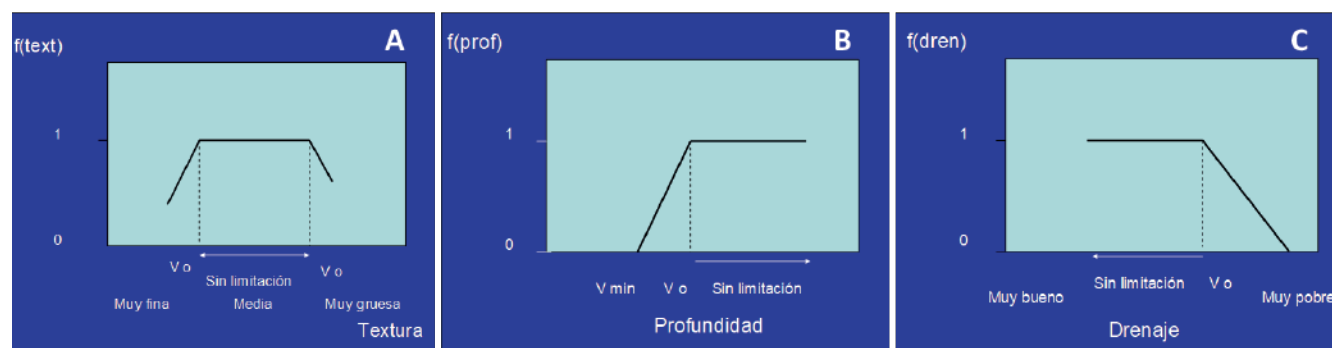


Figura 3. A. Función de textura. Donde $f(\text{text})$: índice del efecto de la textura en el crecimiento de la planta (0-1). V_o valor umbral. B. Función de profundidad. Donde $f(\text{prof})$: índice del efecto de la profundidad en el crecimiento de la planta (0-1). V_o y $V_{\min}$ valores umbrales. C. Función de drenaje. Donde $f(\text{dren})$: índice del efecto del drenaje en el crecimiento de la planta (0-1). V_o valor umbral.

3. Zonificación de aptitud productiva para rendimiento y calidad, bajo condiciones climáticas actuales y futuras (escenarios IPCC, 2030 y 2040)

Utilizando los modelos y sub rutinas antes mencionadas es posible hacer simulaciones con datos climáticos actuales, de los cuales se obtienen las zonificaciones de aptitud productiva bajo condiciones climáticas actuales. En tanto que, cuando se utilizan los datos climáticos futuros, se obtienen las zonificaciones de aptitud productiva futura de cada genotipo de lúpulo estudiado en la Región de Los Ríos. La información climática regional (temperatura, precipitación y radiación), en la cual está basada la aptitud productiva para el cultivo del lúpulo, está contenida en el Anexo 1, Figuras 1 a 8. Los mapas de las variables climáticas dan cuenta de las condiciones ambientales en escenarios climáticos actuales y futuros. En base a estas variables se calcularon los parámetros agroclimáticos que determinan la adaptación del cultivo en cada zona, como las horas de frío, grados día acumulados y el periodo libre de heladas (Anexo 1).

Respecto de la temperatura, el lúpulo se adapta bien a temperaturas medias mensuales entre 15 y 19°C. Altas temperaturas en el mes de enero pueden exponer a la planta a estrés térmico y golpes de sol, que provocan efectos negativos sobre el rendimiento y daño directo a los conos. Dado que la temperatura aumenta en los escenarios A2 del 2030 y 2040 (Anexo 1), la demanda evaporativa aumentará.

El alza en las temperaturas mínimas en la región (Anexo 1), puede tener consecuencias en la fenología del cultivo, especialmente un aumento de la temperatura mínima invernal, puede adelantar la salida del receso de las plantas de lúpulo, adelantándose la etapa de brotación. Esto no necesariamente es un problema, en tanto no se produzcan heladas en periodo sensibles del desarrollo del cultivo, como el crecimiento de brotes y especialmente la floración. En cuanto a la precipitación, se proyecta una reducción en los escenarios futuros de cambio climático (Anexo 1), lo cual sumado al aumento de la demanda evaporativa, producida por el incremento en la temperatura, confirma que el cultivo debe ser desarrollado en condiciones de riego. Lo anterior debido a que en ninguno de los escenarios expuestos se alcanza una precipitación acumulada que permita satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo que para la región son de 600 mm que deben estar disponibles y adecuadamente distribuidos, entre los meses de septiembre a marzo.

Con la información de este estudio se pudo establecer la zonificación productiva del cultivo a nivel de variedad y ecotipo bajo el clima actual y en el escenario A2 definido por el IPCC, para los años 2030 y 2040.

Los mapas muestran el efecto moderador de la temperatura por la presencia de grandes cuerpos de agua, tales como el lago Ranco. En el escenario climático actual cerca de un 50% de la superficie de la región no presentaría limitaciones o tendría limitaciones leves, para el establecimiento del cultivo del lúpulo tanto de la variedad Cascade como el ecotipo La Unión. Para el escenario 2030, los sectores sin limitaciones se amplían, pero en el año 2040, algunas localidades especialmente costeras vuelven a aparecer con limitaciones leves para la producción de estos genotipos. Lo anterior representa en general escenarios favorables para el establecimiento de patios de cultivo del lúpulo que serán productivos en los próximos 20 años.

Entre las principales variables climáticas que afectan al rendimiento y la producción de alfa y beta ácidos del lúpulo, están la disponibilidad de agua y la temperatura. El rendimiento depende de un buen abastecimiento hídrico del cultivo, pero existen estudios contradictorios, respecto del efecto de la restricción de agua sobre la concentración de los alfa y beta ácidos (Keukeleire et al., 2007; Srecec et al., 2008). En general existiría un efecto positivo de la disponibilidad hídrica, en los meses de primavera e inicios del verano, sobre la concentración de alfa ácidos, pero un efecto negativo, de altas temperaturas estivales (Kucera and Krofta, 2009; Mozy et al. (2009). Se ha determinado además que solo el 10% de los alfa ácidos, se forman, dos semanas antes de la cosecha (Hecht et al., 2004), por lo cual este periodo puede ser crítico para determinar su concentración.

Desde el punto de vista de los suelos, no existen limitaciones importantes para el establecimiento de lúpulo en la región de los Ríos. Este cultivo necesita suelos permeables y profundos, para un buen desarrollo de raíces, las que pueden llegar a una profundidad de 2 m. En este sentido solo algunos suelos asociados a las Series Lanco, Malihue u Osorno, podrían presentar limitaciones debido a su escasa profundidad o mal drenaje, sin embargo, eso es de fácil solución realizando la plantación en camellones.

La zonificación de aptitud productiva del territorio de la Región de los Ríos para la producción de lúpulo (variedad Cascade y ecotipos Hallertauer Tradition, Ranco, La Unión, Río Bueno y Valdivia) se realizó de acuerdo a Cazanga R. 2011; Cazanga R., et al. 2012 y Morales L. et al. 2018.

De acuerdo al estudio de zonificación se aprecia inequívocamente que la región de Los Ríos posee condiciones agroecológicas muy adecuadas para la producción de lúpulo. Sin embargo, también existen sectores geográficos no aptos para la producción de la variedad cascade o de cualquiera de los ecotipos estudiados. Las categorías de aptitud productiva indican la probabilidad de obtener un determinado rendimiento y calidad, a causa del medio, sin considerar el manejo que se haga en el predio. Lo anterior implica que, para un mismo manejo agronómico aplicado al huerto, en un sector con buena aptitud habrá más probabilidades de obtener un buen rendimiento y calidad del producto. En cambio, considerando el mismo manejo agronómico, si cultivamos en una zona de aptitud productiva con limitaciones severas, lo más probable es que obtengamos bajo rendimiento y calidad.

Por otra parte, los resultados del proyecto en el estudio de la fenología de los ecotipos La Unión, Río Bueno y Valdivia no obtuvo diferencia entre ellos, por lo cual los resultados de zonificación en este primer estudio de fenología son iguales para los tres ecotipos mencionados. Lo anterior ha implicado que la zonificación de aptitud productiva haya resultado igual para estos ecotipos.

En la Tabla 1 se presentan los datos agroclimáticos registrados en la estación meteorológica de Valdivia.

Tabla 1.- Parámetros agroclimáticos registrados en la estación meteorológica de Valdivia.

Mes	Temperaturas (°C)		Radiación solar(cal cm2/día)	Precipitación (mm)	Humedad relativa(%)	Suma Temperaturas (Base 5°C) (grados-día)	Horas de Frío (<7°C)
	Máxima	Mínima					
Enero	23,3	11,0	312	73,9	68	376,7	0
Febrero	23,0	10,7	269	67,8	72	331,8	0
Marzo	20,5	9,4	221	105,4	76	308,5	35
Abril	17,0	7,7	148	180,4	82	220,5	112
Mayo	13,5	6,4	90	402,7	88	153,5	202
Junio	11,2	5,3	67	478,6	89	97,5	279
Julio	11,0	4,7	74	394,4	88	88,4	295
Agosto	12,4	4,6	111	312,4	86	108,5	258
Septiembre	14,3	5,2	178	206,3	81	142,5	202
Octubre	17,0	6,7	236	126,9	77	212,4	124
Noviembre	18,6	8,1	273	99,3	73	250,5	79
Diciembre	21,0	9,8	304	83,6	71	322,4	23
Promedio	16,9	7,5	190	211,0	79	217,8	134
Suma Anual				2.531,7		2.613,0	1.609

Fuente: Mapa Agroclimático de Chile (Novoa R. y Villaseca S., 1989)

En las figuras 4, 5 y 6 se presenta la aptitud productiva de la región para producir lúpulo variedad Cascade, bajo condiciones climáticas actuales, escenario futuro 2030 y escenario futuro 2040, respectivamente.

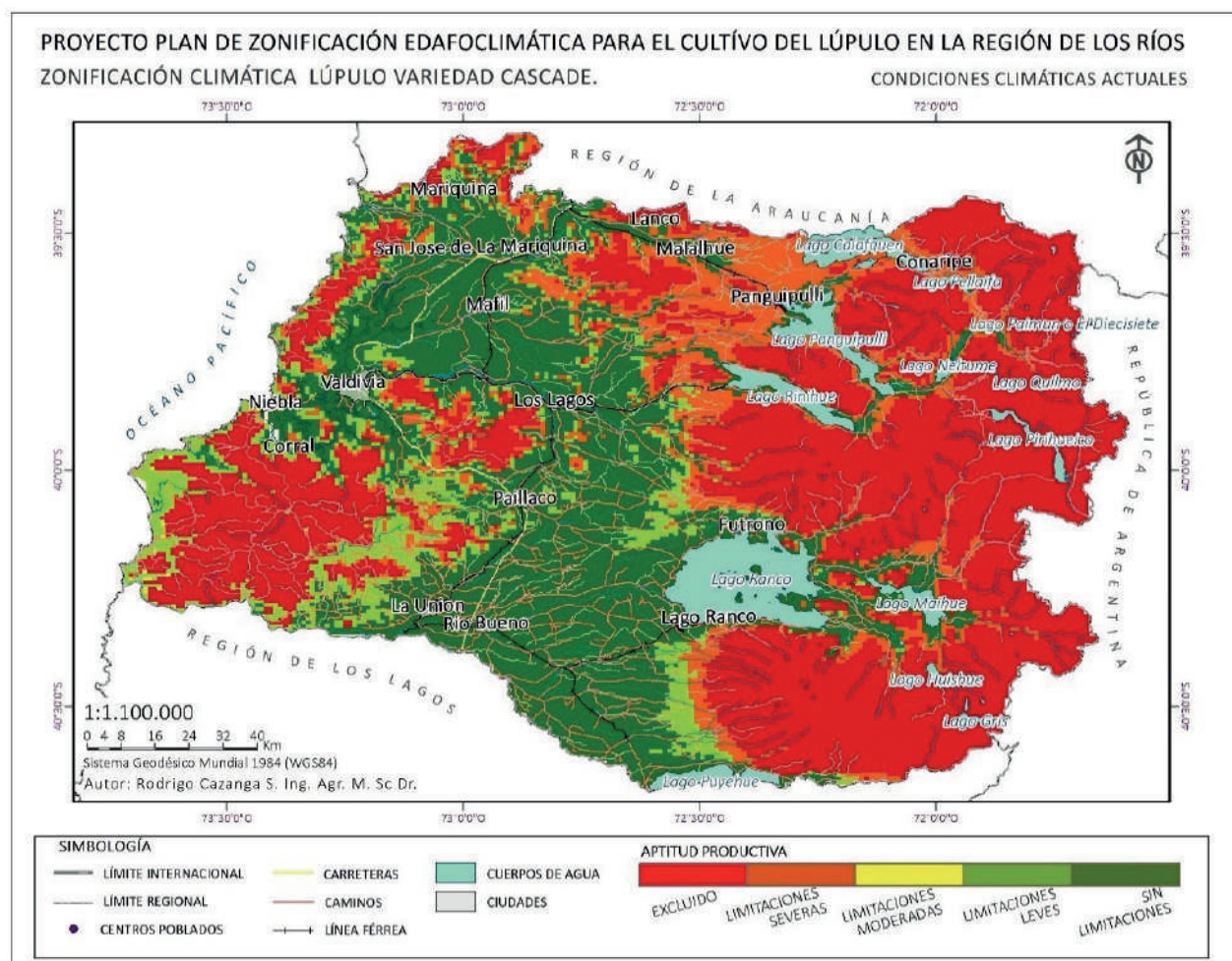


Figura 4. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo variedad Cascade bajo condiciones climáticas actuales.

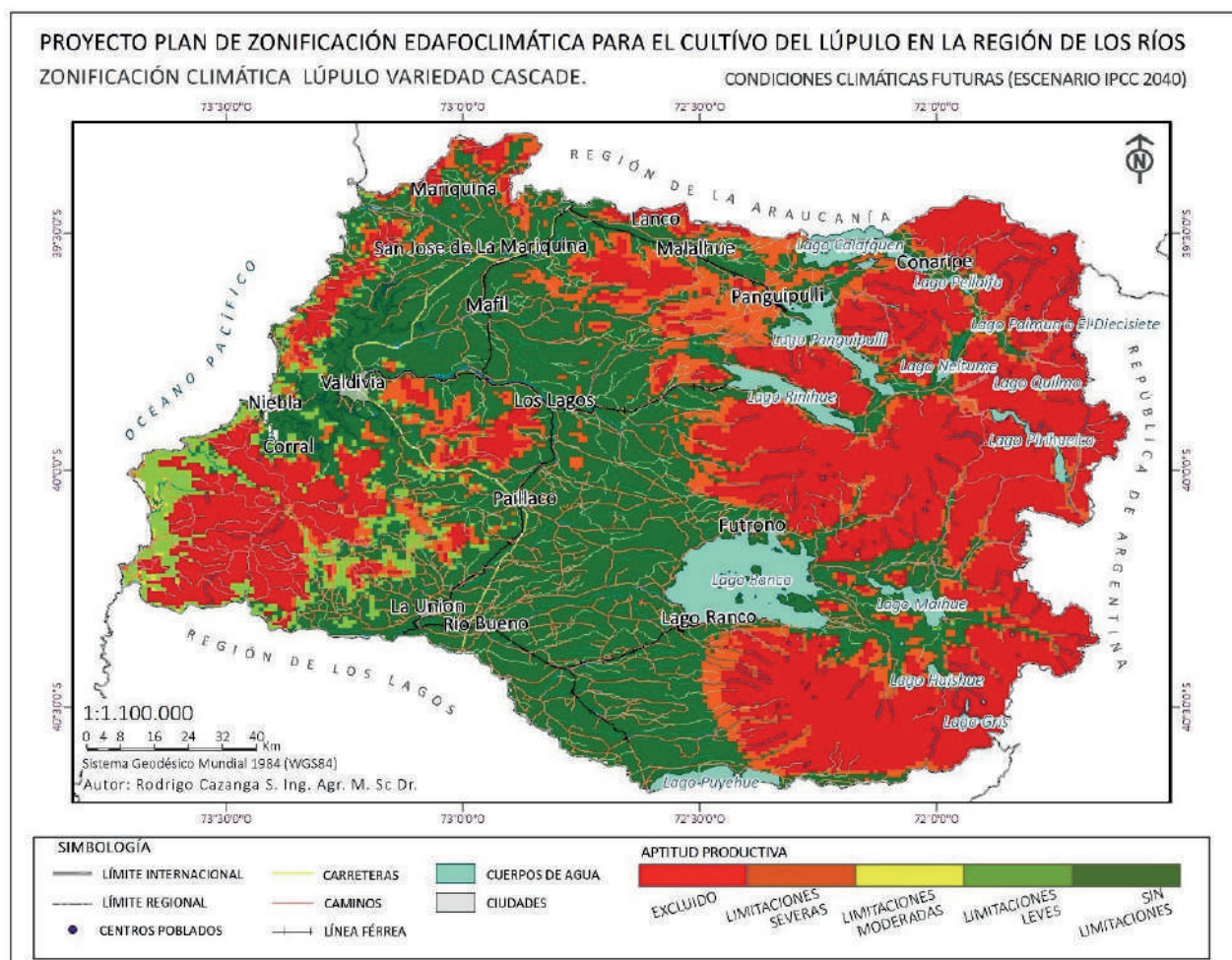
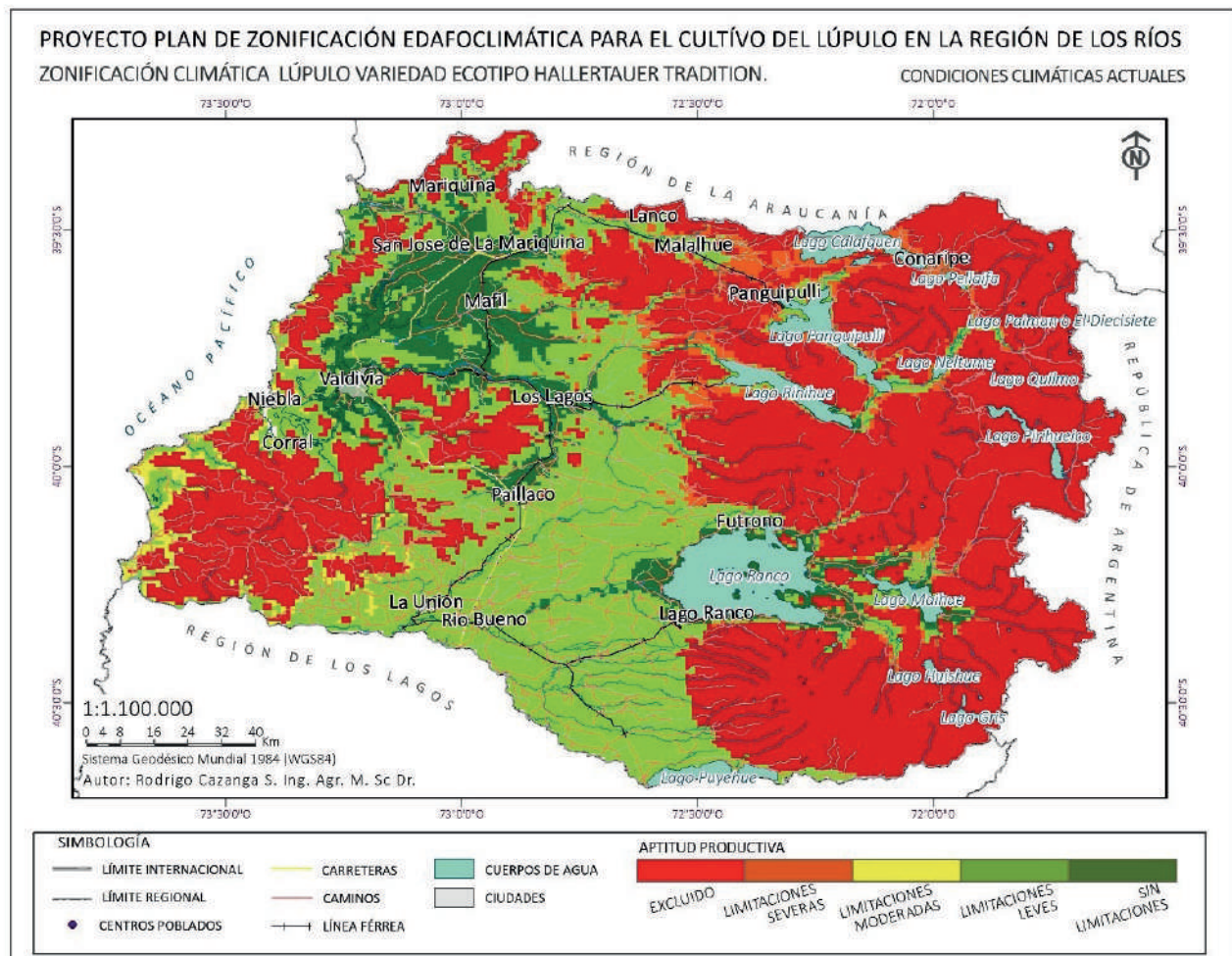


Figura 6. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo variedad Cascade bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2040.



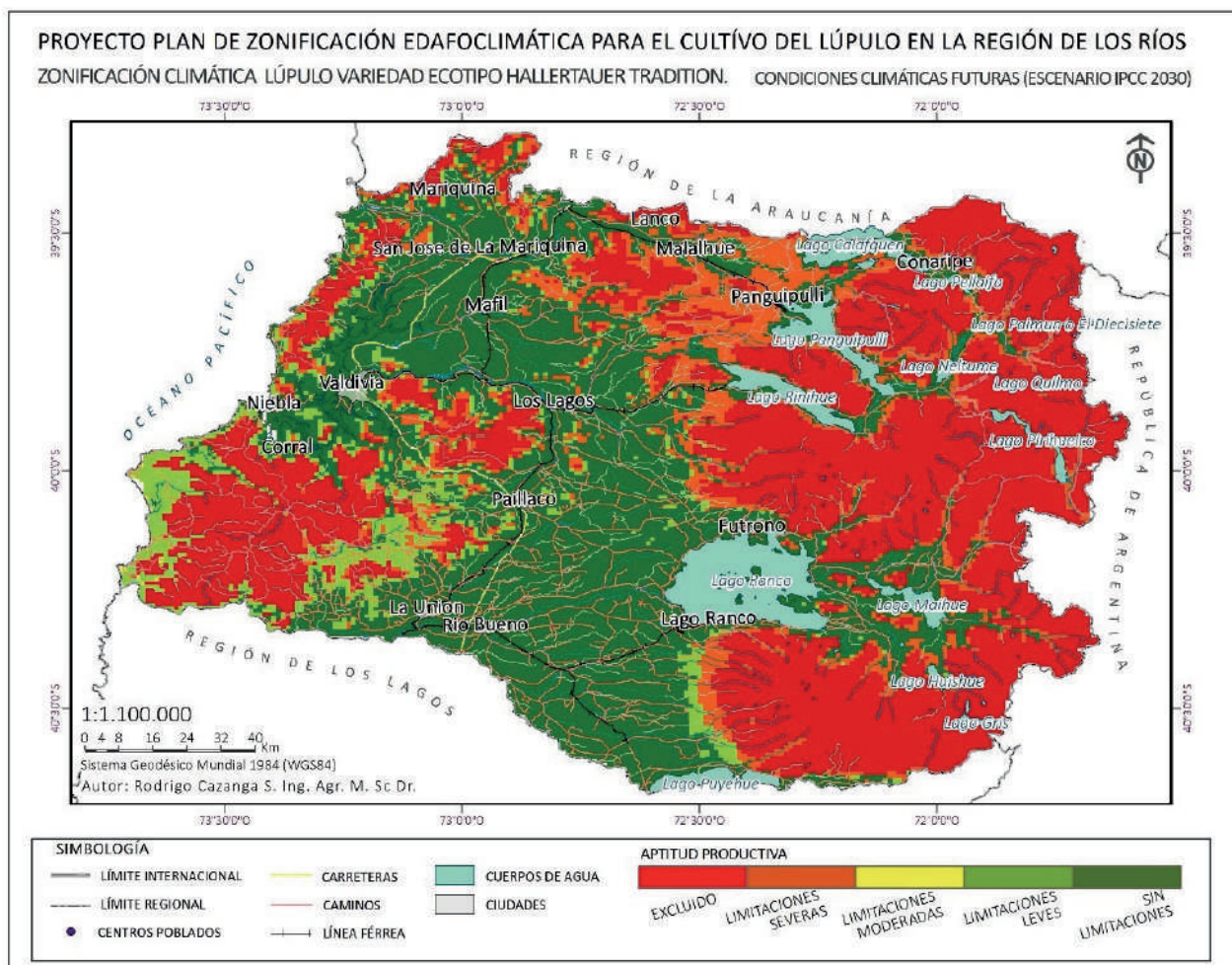


Figura 8. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Hallertauer Tradition bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2030.

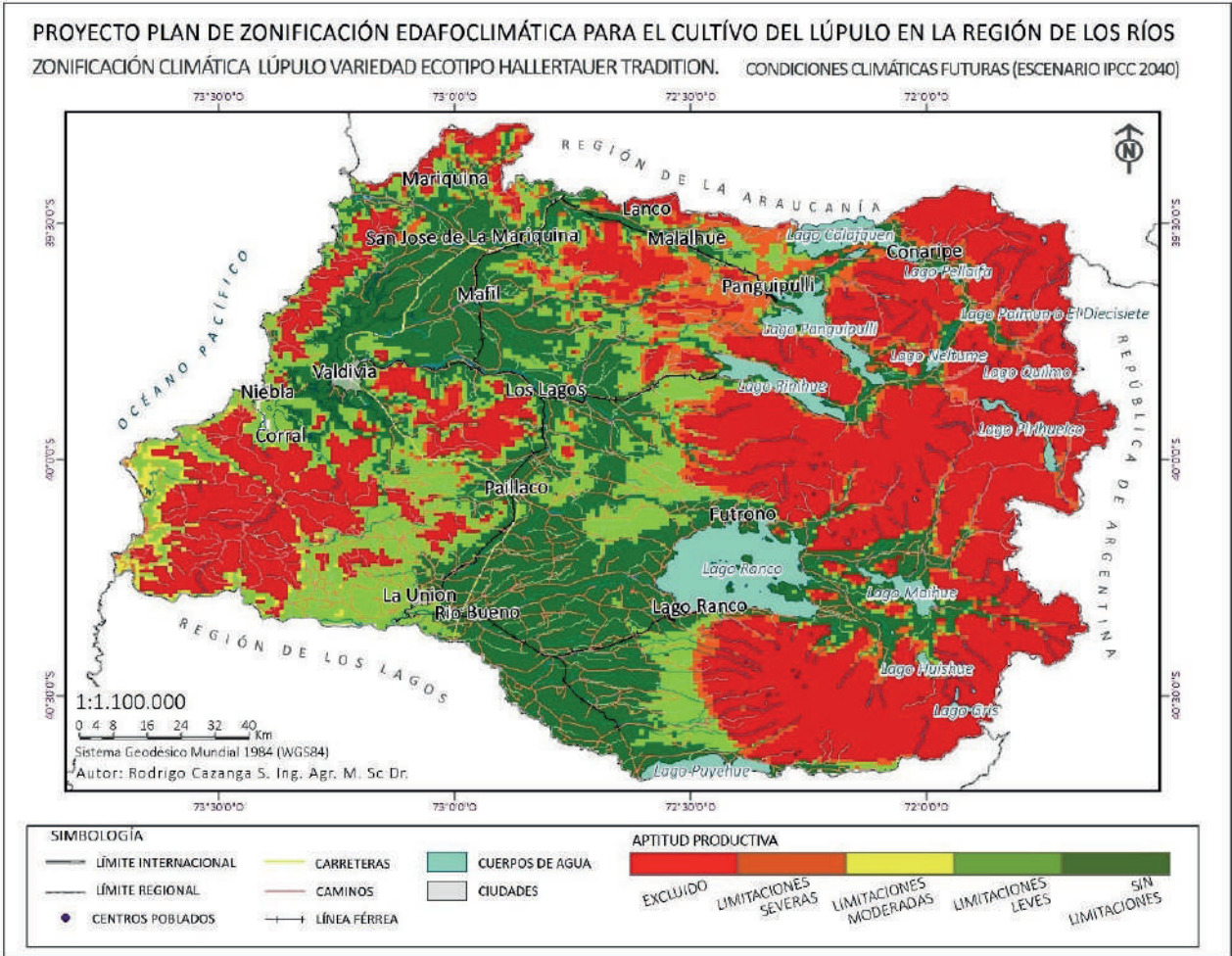


Figura 9. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Hallertauer Tradition bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2040.

En las figuras 10, 11 y 12 se presenta la aptitud productiva de la región para producir lúpulo ecotipo Ranco, bajo condiciones climáticas actuales, escenario futuro 2030 y escenario futuro 2040, respectivamente.

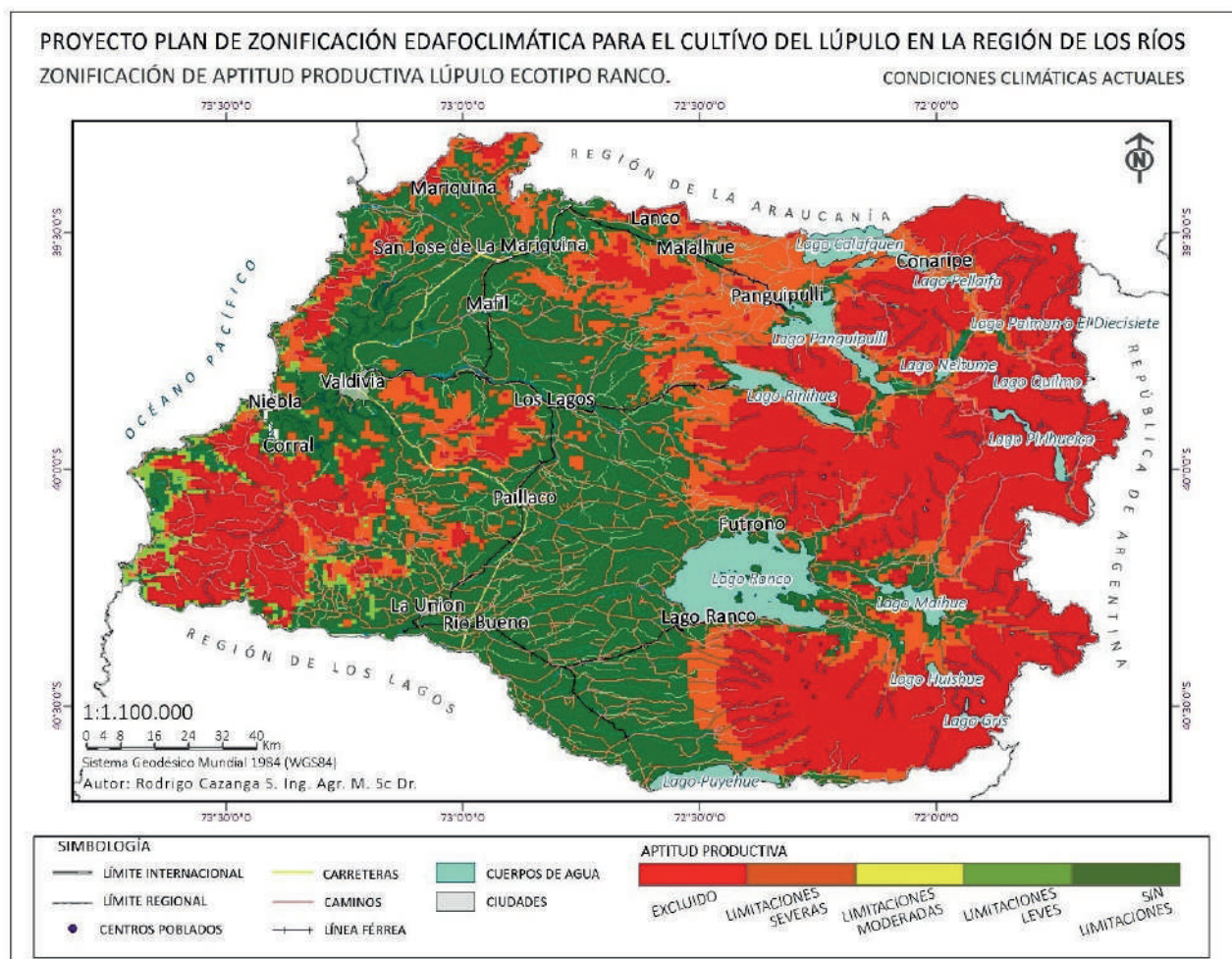


Figura 10. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Ranco bajo condiciones climáticas actuales.

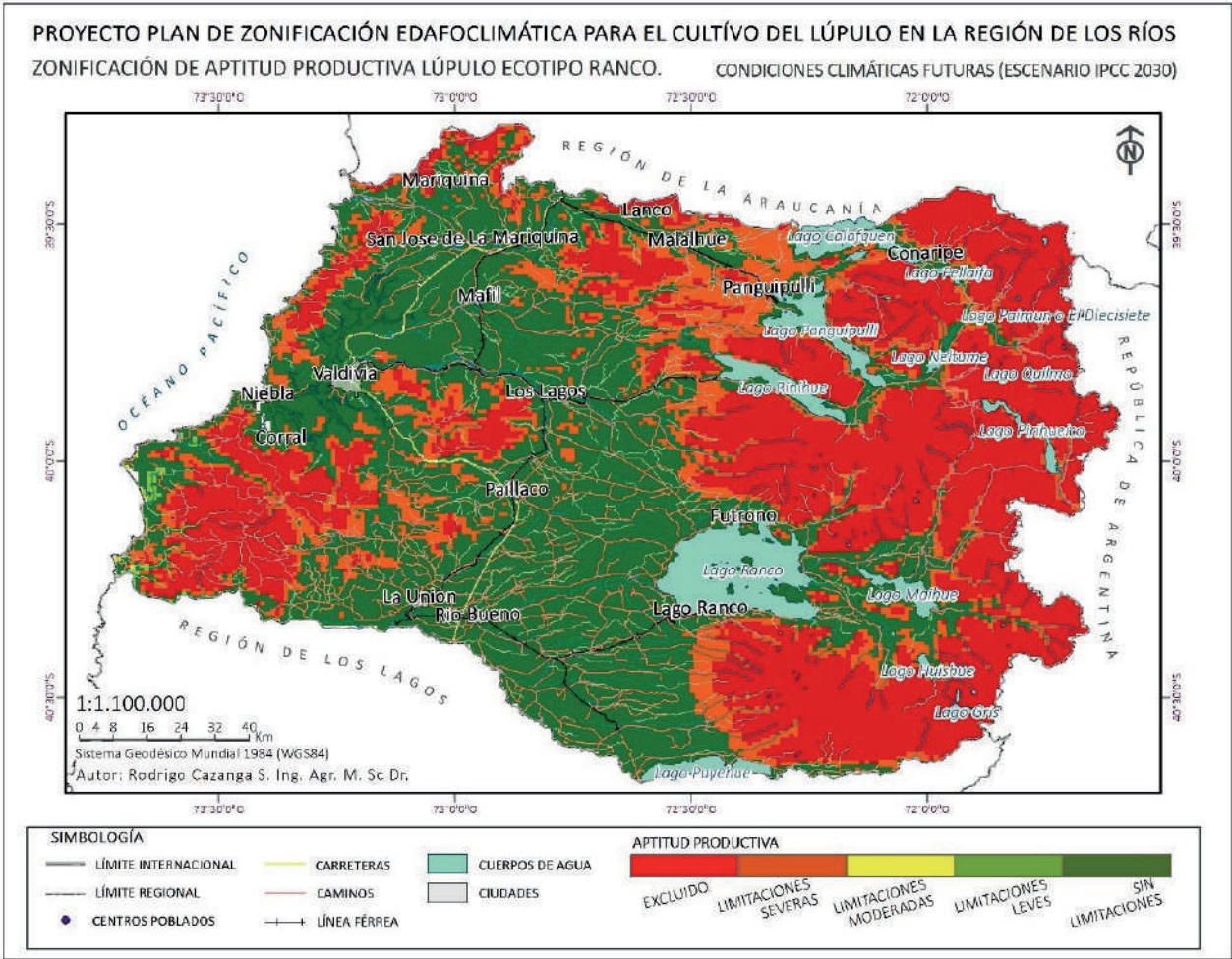


Figura 11. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Ranco bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2030.

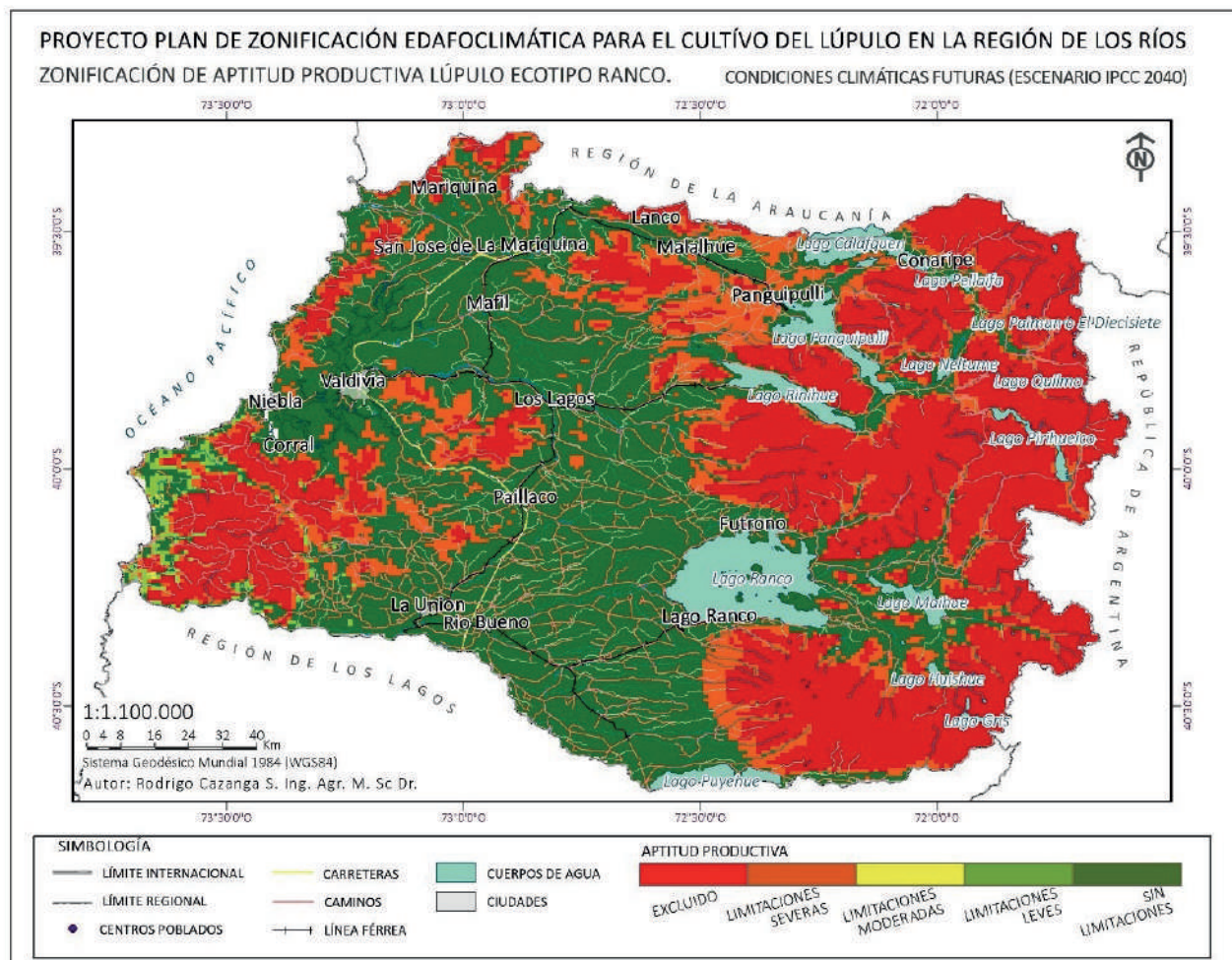
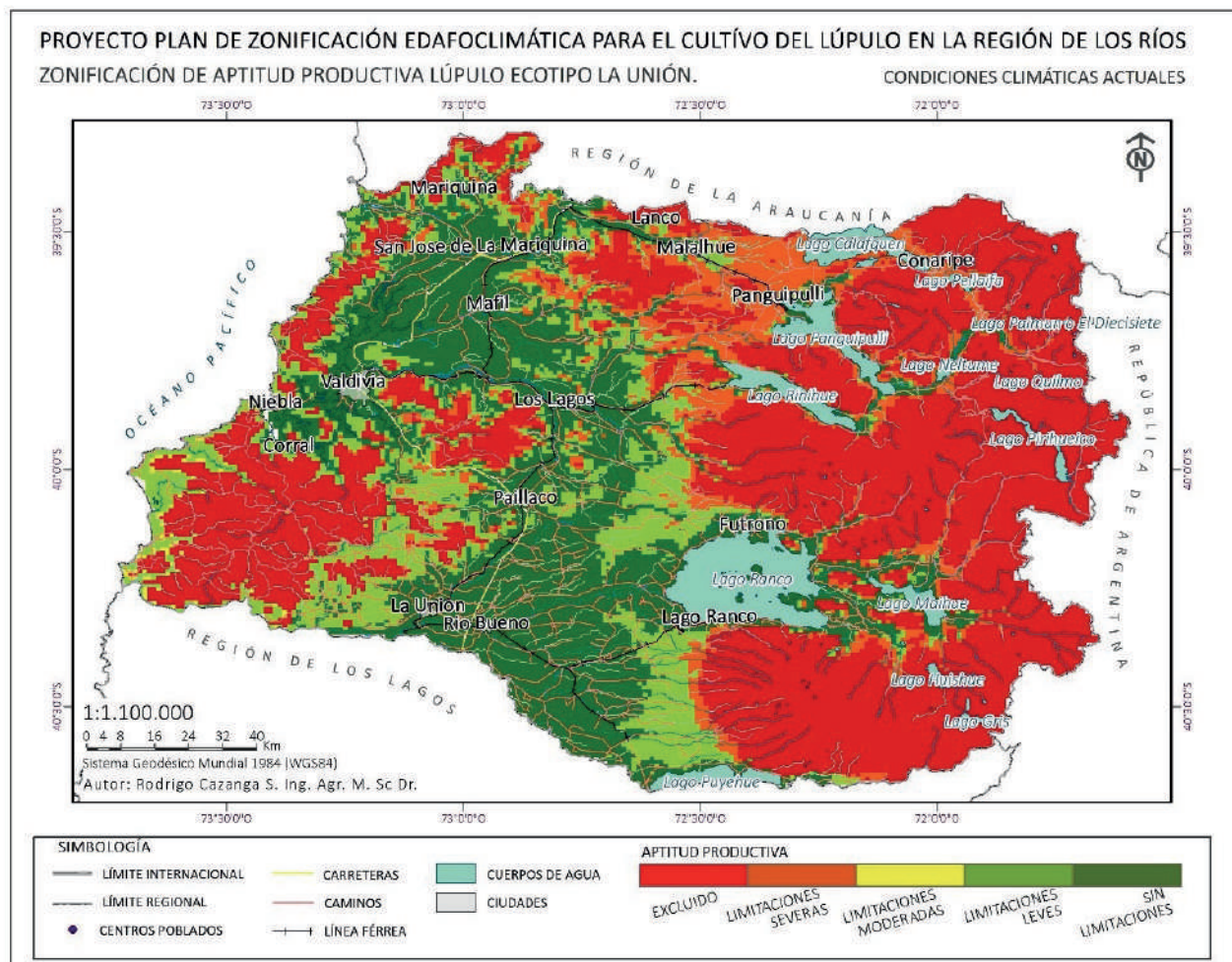


Figura 12. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Ranco bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2040.



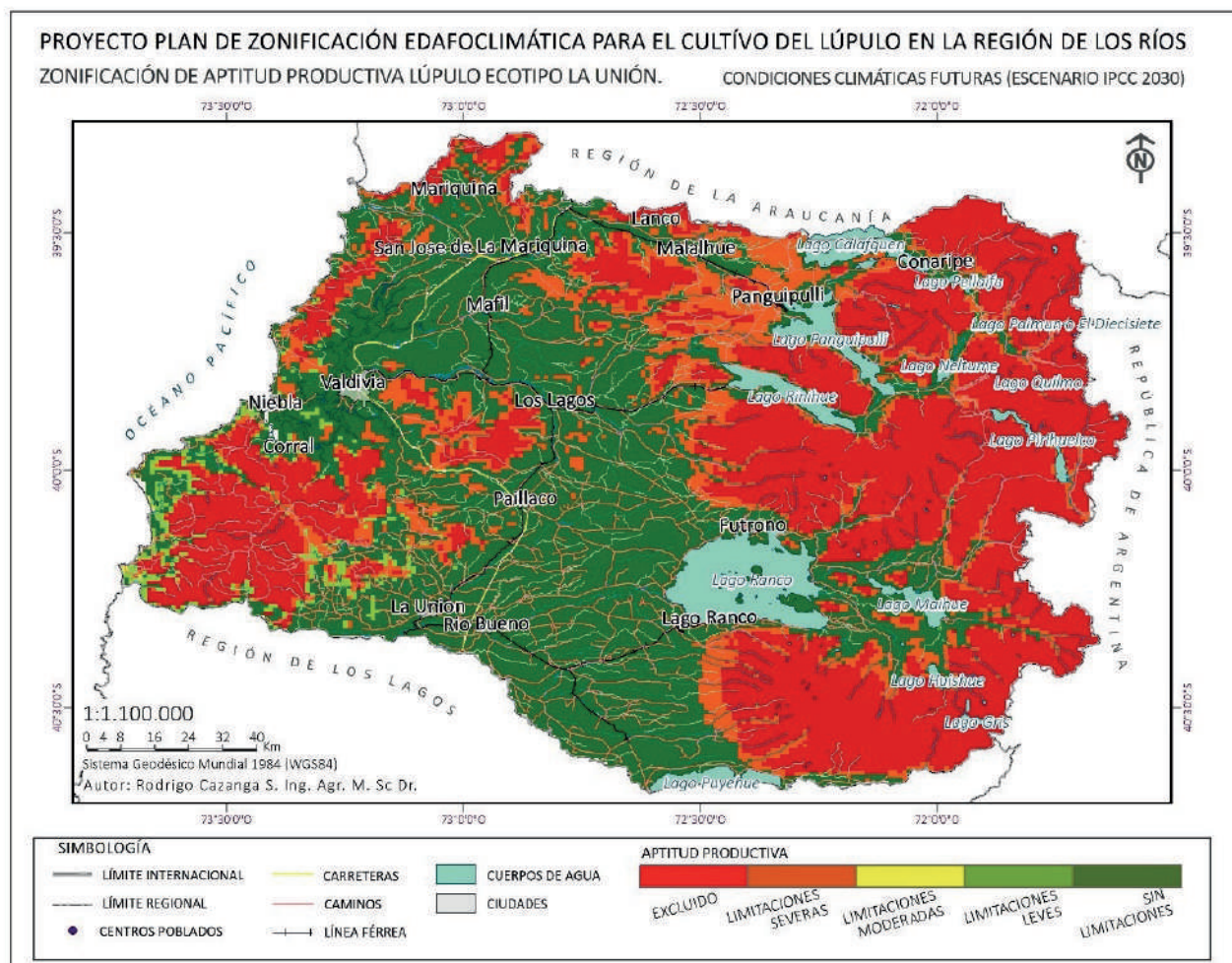


Figura 14. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo La Unión bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2030.

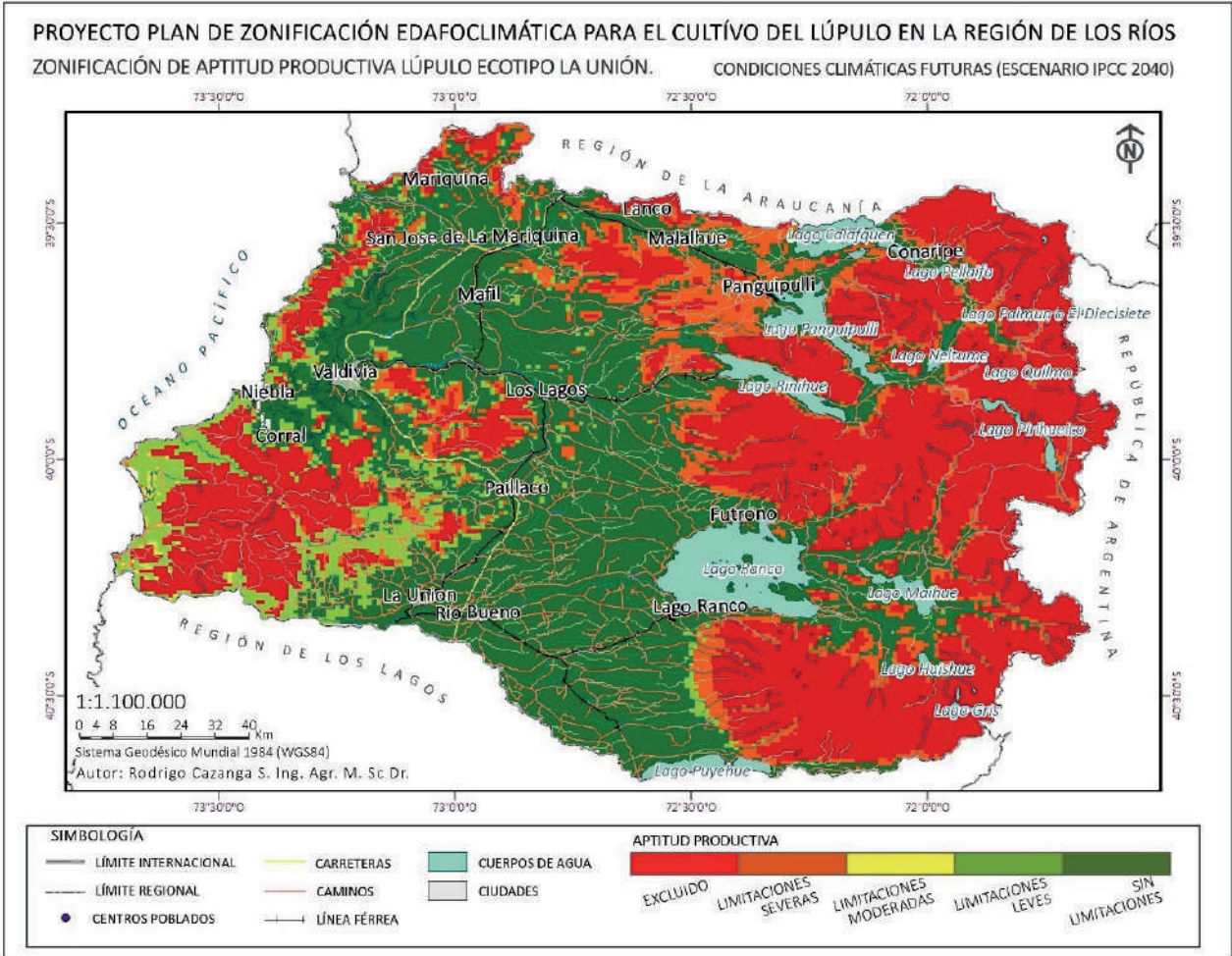
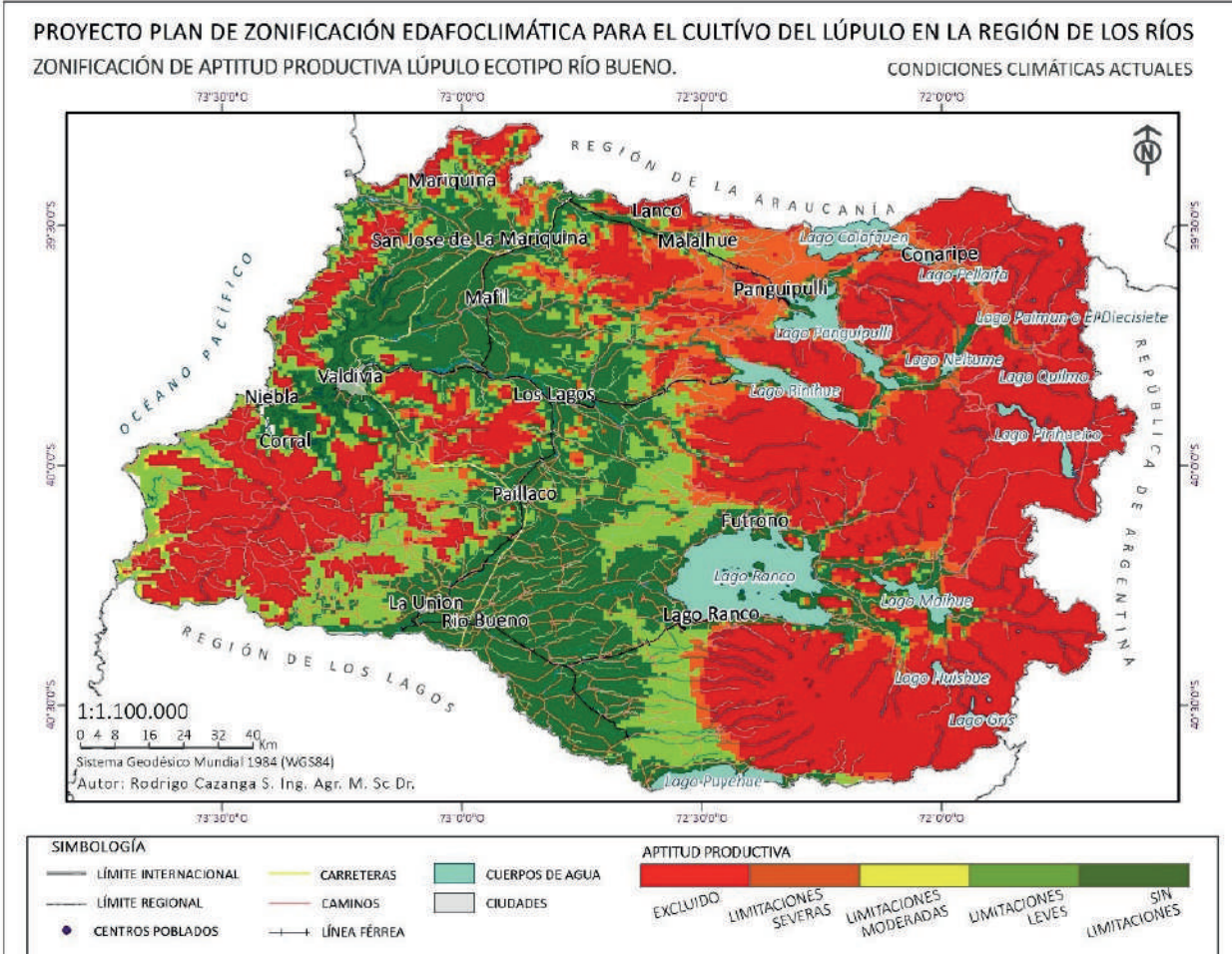
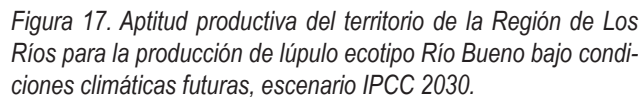


Figura 15. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo La Unión bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2040.





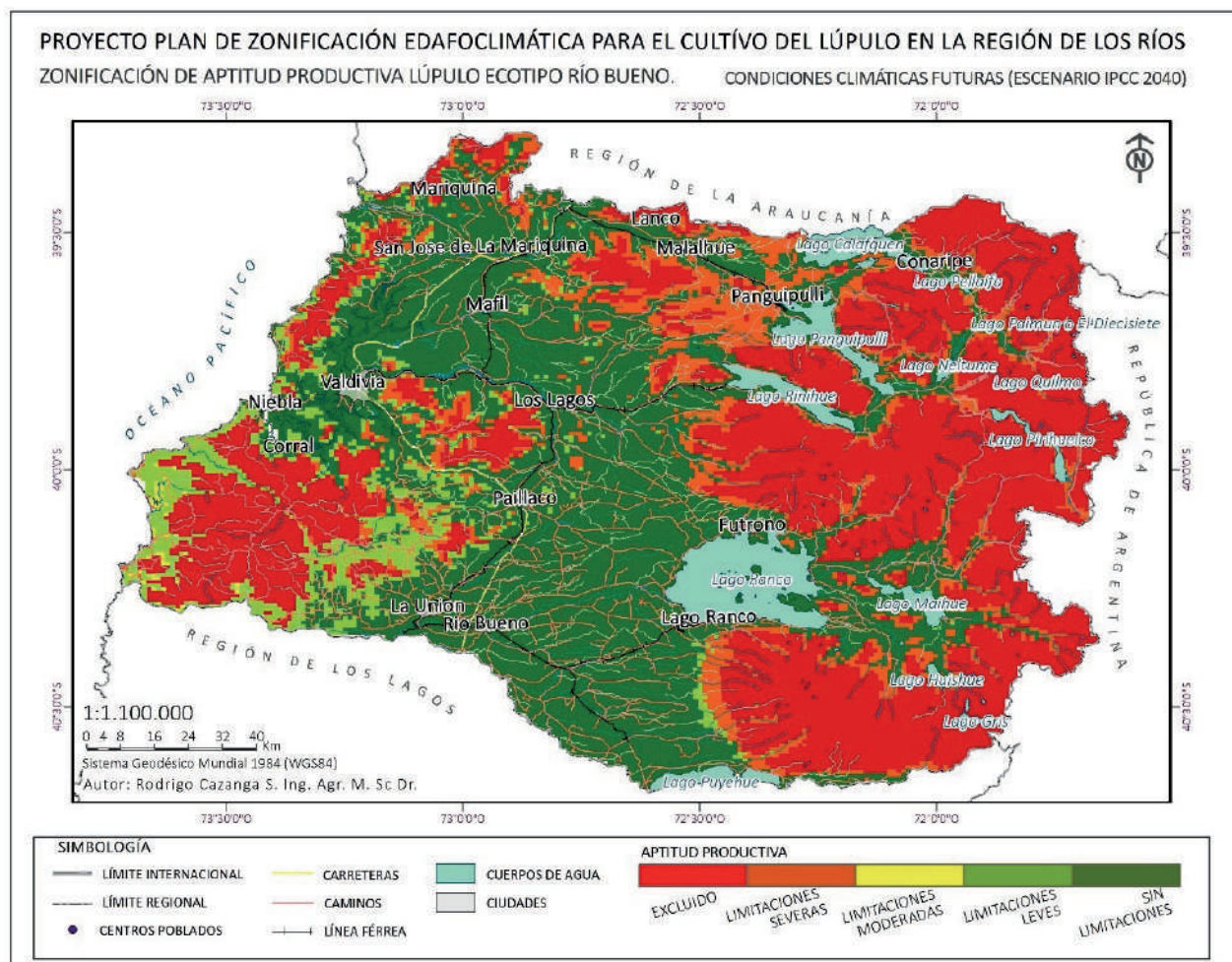


Figura 18. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Río Bueno bajo condiciones climáticas actuales futuras, escenario IPCC 2040.

En las figuras 16, 17 y 18 se presenta la aptitud productiva de la región para producir lúpulo ecotipo Valdivia, bajo condiciones climáticas actuales, escenario futuro 2030 y escenario futuro 2040, respectivamente.

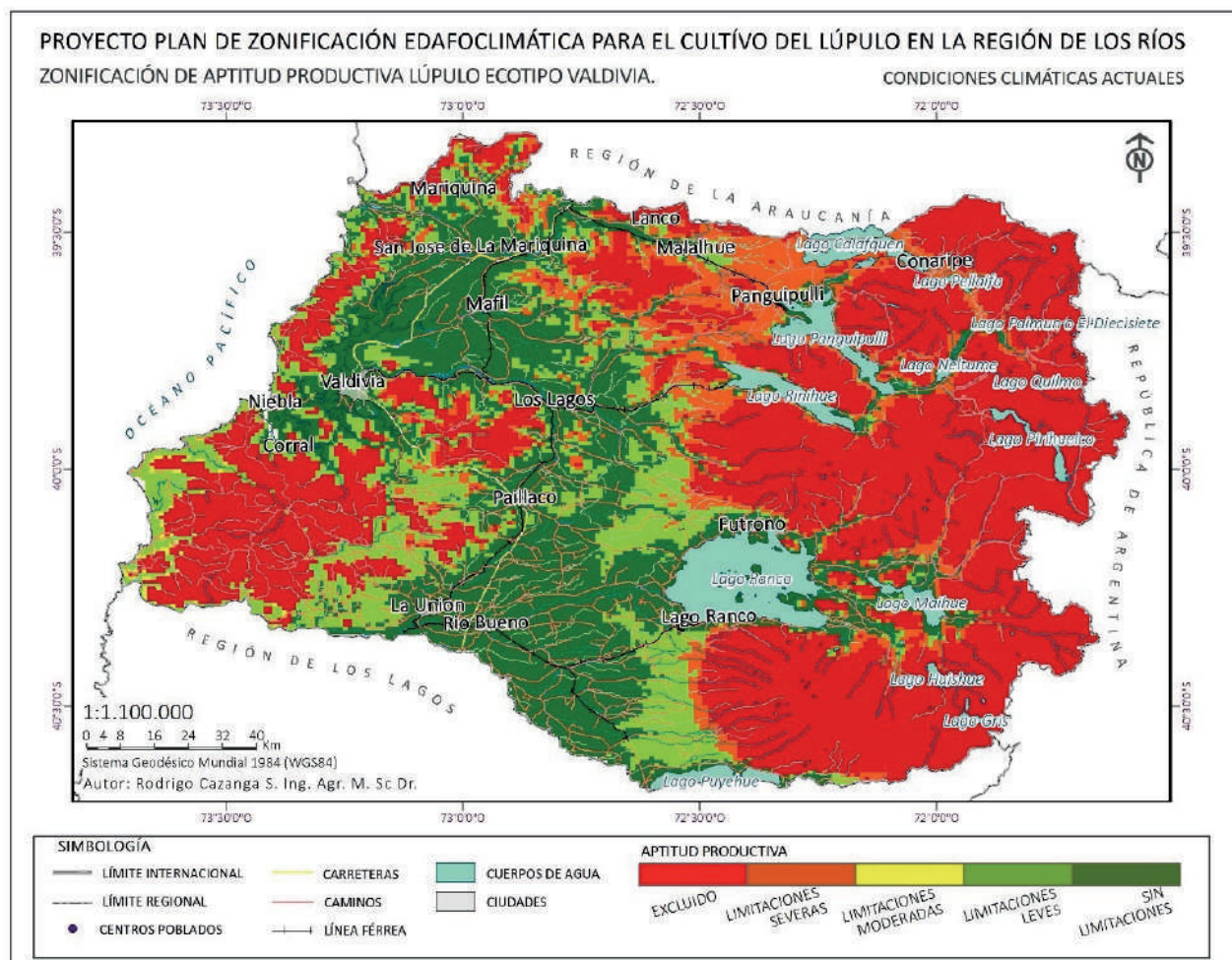


Figura 19. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Valdivia bajo condiciones climáticas actuales.

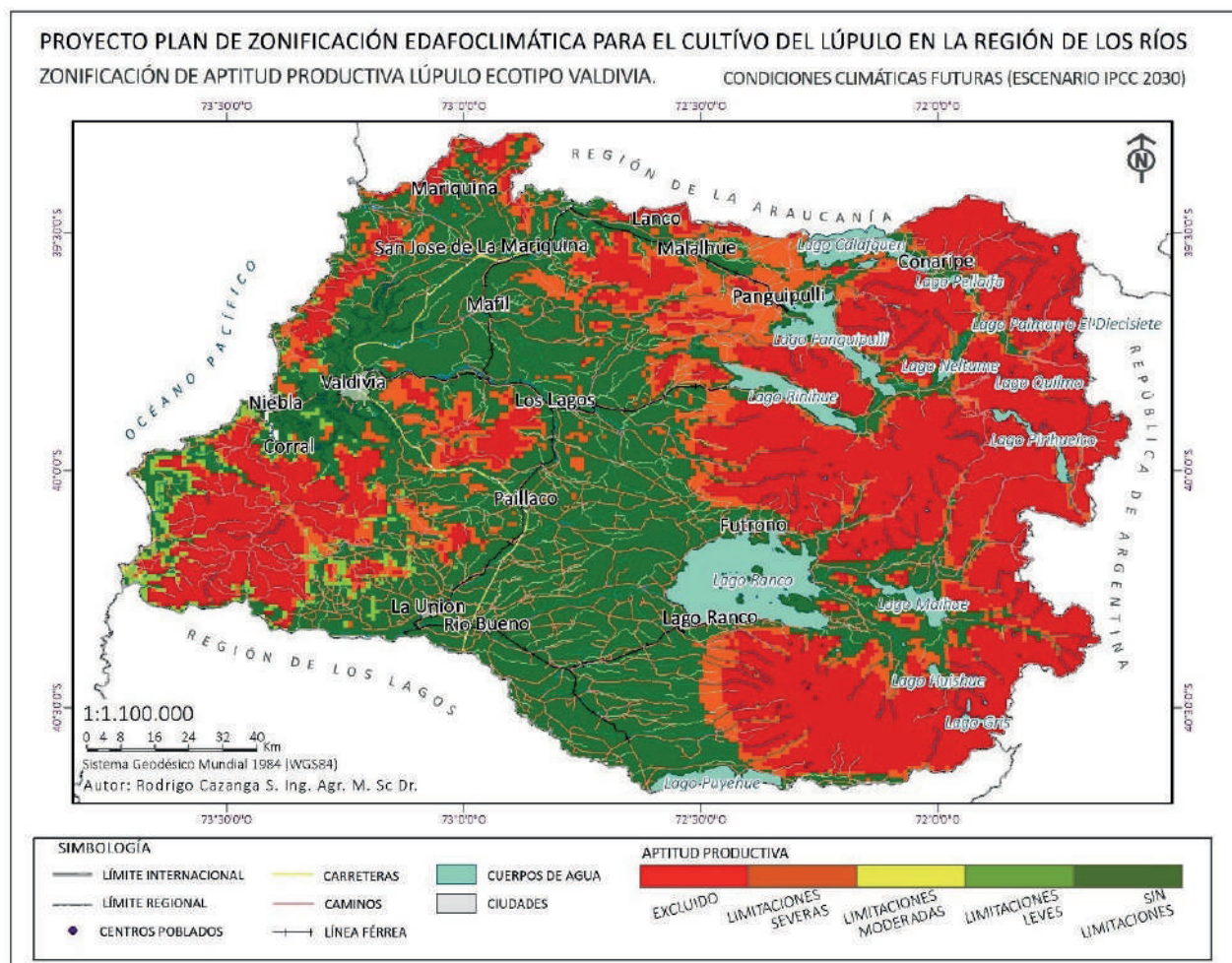


Figura 20. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Valdivia bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2030.

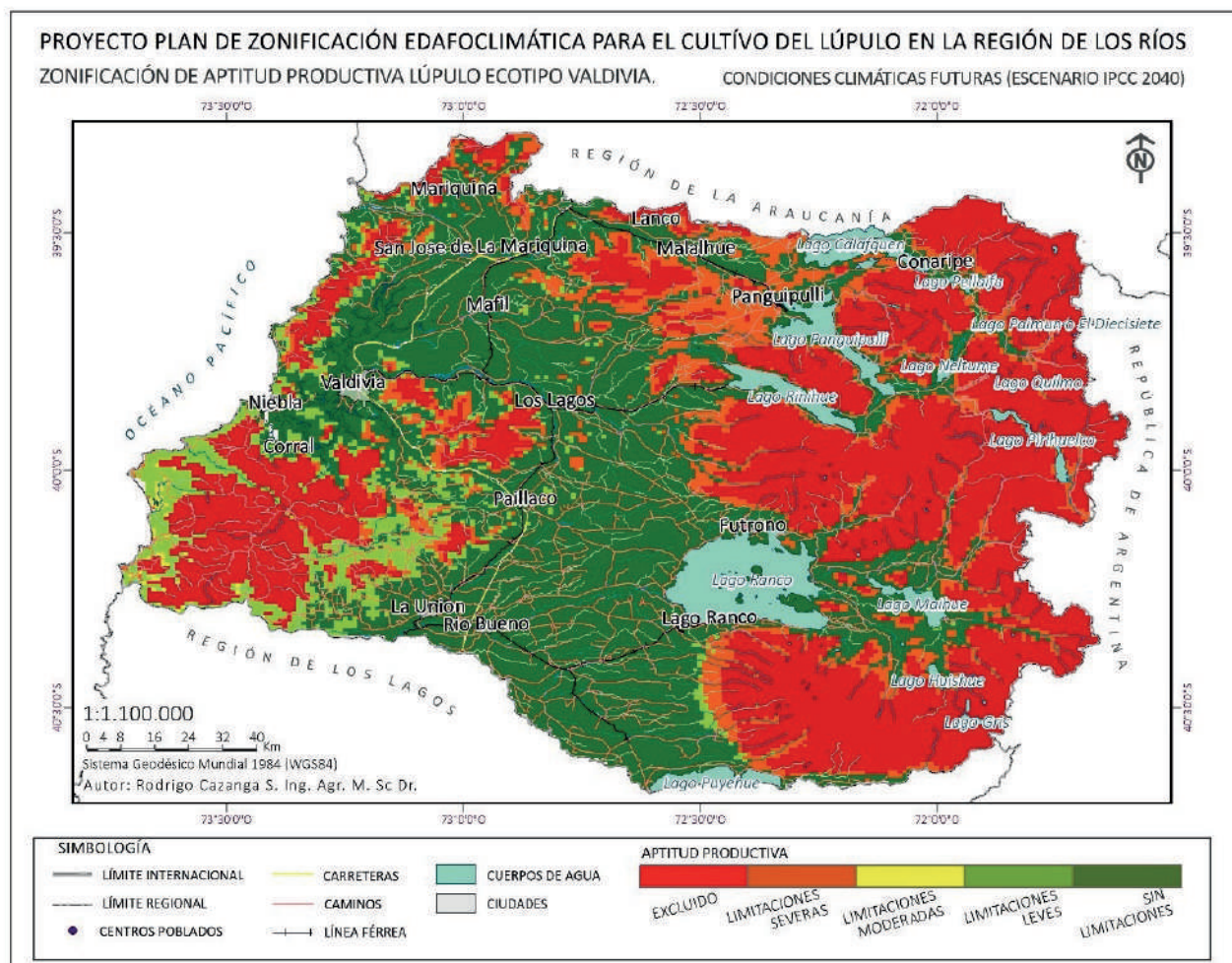


Figura 21. Aptitud productiva del territorio de la Región de Los Ríos para la producción de lúpulo ecotipo Valdivia bajo condiciones climáticas futuras, escenario IPCC 2040.

III.

ASPECTOS TÉCNICOS Y PRODUCTIVOS

1. Antecedentes generales

El lúpulo (*Humulus lupulus* L.) es una especie que pertenece al orden de los Urticales, familia de las Cannabaceae y del género *Humulus*. Este género está compuesto por tres especies *H. japonicus*, *H. yunnanensis* y *H. lupulus*, de las que solamente la última posee valor cervecero, es procedente de Europa, Asia central y Norteamérica. Además, es una planta herbácea, trepadora, crece en las orillas de los bosques, su cultivo se ha desarrollado a gran escala tanto en Europa y América.

El lúpulo es un cultivo distribuido a nivel mundial entre los 35° a 55° de latitud (Leskovar, 1978) (Figura 22). La latitud determina principalmente la duración del crecimiento del dosel y momento de la inducción floral (Magadan, 2011). Las dos regiones que concentran la mayor parte de la producción mundial de lúpulo son Alemania en Hallertau y Yakima en Estados Unidos, ubicadas a los 48° y 46° del hemisferio norte respectivamente. En cambio, la producción del hemisferio sur se centra en Nueva Zelanda a 41,2° S, Tasmania a 42,7° S y Río Negro en Argentina a 40° S (Dodds, 2017).



Figura 22. Zonas de producción del cultivo del Lúpulo, entre los 35° y 55° de latitud. Fuente: Ficha cono de lúpulo (Cameroni, 2013).

De la producción mundial de lúpulo, un 81% es destinada a la industria cervecera, mientras que la proporción restante es destinada a uso terapéutico, medicinal y otros derivados (Cameroni, 2013). La cerveza es elaborada con cuatro materias primas: agua, malta, levadura y lúpulo (Rodríguez, 2003), este último ingrediente tiene como función entregar aroma, sabor, amargor y estabilización de la espuma por medio de los ácidos alfa, beta, aceites esenciales y polifenoles, a su vez posee propiedades conservantes y antibacterianas utilizadas en la industria farmacéutica y cosmética (González, 2017).

Los primeros indicios de establecimiento de lúpulo en Chile se remontan al año 1851, cuando los colonos alemanes introdujeron la especie y realizaron las primeras plantaciones (Teuber, 1999). En 1937 se alcanzó una superficie máxima de 50 hectáreas a nivel nacional, pero a causa de las heladas tardías, la escasa demanda de insumos de cerveza y la limitada mano de obra, especialmente en labores de cosecha, no se generaron las condiciones para el éxito del cultivo en la zona sur de Chile (Teuber, 2001).

Durante los últimos años, debido al auge de las cerveceras artesanales se han desarrollado iniciativas destinadas a producir y comercializar el lúpulo tanto en el mercado interno como para el mercado de exportación (Teuber, 2001; Lüer, 2019). En el año 2015 la empresa “Lúpulos del Ranco” inauguró su primer patio de lúpulo comercial (Vargas, 2016 citado por Lüer, 2019) y al 2021 existen alrededor de 12 ha cultivadas concentradas especialmente en la región de los Ríos. Estas plantaciones constan de variedades comerciales americanas y europeas, así como ecotipos nacionales de lúpulo. Estos ecotipos, corresponden a accesiones recolectadas en diferentes puntos de la región de los Ríos que han sido caracterizadas morfológica y genéticamente en la Universidad Austral de Chile y cuyo origen se presume son variedades comerciales antiguas ingresadas a Chile por inmigrantes europeos, las cuales se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas locales desde hace más de un siglo (Del Valle et al., 2003). La información generada hasta ahora ha permitido confirmar que los ecotipos locales de lúpulo son genéticamente distintos a las variedades comerciales y que aquellos ecotipos más adaptados a las condiciones del sur generaron la diversidad de la especie que hoy se distribuye en el país, la cual presenta principalmente aromas que le confieren características organolépticas únicas (Vargas, 2016).

2. Características del cultivo

2.1 Morfología

El lúpulo es una especie dioica, esto quiere decir que las flores masculinas y femeninas se producen en plantas separadas. Es una especie que a nivel comercial se reproduce vegetativamente a través de rizomas, siendo las plantas con flores femeninas las que se destinan a la producción. Cuando las inflorescencias femeninas maduran se genera el estróbilo o cono, órgano que contiene glándulas de lupulina que producen los ácidos alfa, ácidos beta y aceites esenciales, valorados por la industria cervecera.

Es una planta trepadora que puede alcanzar hasta 7 o más metros de altura y que posee diferentes formas de crecimiento (Figura 23). Sus órganos vegetativos son los rizomas, brotes, tallos y hojas y en su etapa reproductiva produce flores.

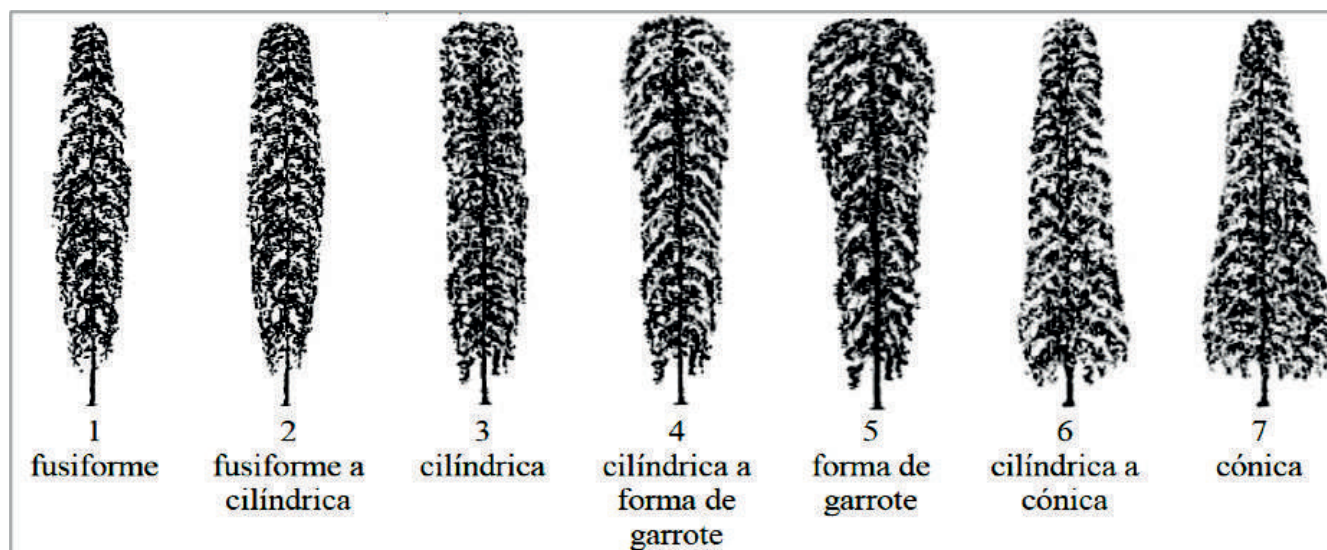


Figura 23. Forma de crecimiento del lúpulo, volumen del cogollo.
Fuente UPOV (2006)

La morfología de sus principales órganos es la siguiente:

Rizoma: El rizoma es el órgano de almacenamiento perenne de la planta, tiene una longitud de 30 a 40 cm y un grosor de 10 a 15 cm, la corteza es áspera, rugosa y seca. Por lo tanto, al interior de un rizoma sano es de color blanco a amarillento, sin coloración marrón, forma raíces pivotantes que pueden llegar a los 1,5-2 m de profundidad, con ramificación lateral y cuya vida útil es entre los 12 a 15 años de producción comercial. Es de suma importancia un sistema radicular vigoroso, para poder sobrellevar eventuales deficiencias del suelo. Las raíces verticales son las encargadas de proporcionar agua al cultivo, estando fuera del alcance de enmiendas y fertilizantes aplicados en superficie. En cambio, las raíces laterales se encuentran más cerca de la superficie obteniendo los elementos nutritivos indispensables para el desarrollo normal de la planta (Rizzi y Tarazi, 2018). La zona superior del rizoma es conocida como cabeza, cepa o corona en donde se asientan las yemas en estado de dormancia (Figura 24).



Figura 24. Morfología del rizoma de lúpulo. 1. Tallo seco, 2. Cabeza o Cepa con brotes, 3. Sistema radicular.

Brotes: Los brotes son anuales y nacen a partir de las yemas de la corona del rizoma, en primavera emergen los brotes de color blancos y tiernos (Figura 25). También son utilizados para consumo humano en igual forma que los espárragos trigueros o se transforman en tallos trepadores para la producción de lúpulo (Bañón, 2013).



Figura 25. Morfología de los brotes del lúpulo.

Tallos: Los tallos son hexagonales, sarmentosos, de tonalidad verde o violeta, poseen seis líneas de pelos fijadores que contribuyen en su adherencia a los tutores (Figura 26), crecen en sentido de las agujas del reloj alrededor del tutor y pueden alcanzar hasta los 12 metros de altura (Bañón, 2013).



Figura 26. Morfología de los tallos del lúpulo.

Hojas: Las hojas se desarrollan a partir de nudos de la cepa, primero brotan dos estipulas pequeñas, delgadas y opuestas. En cada eje de dichas estipulas crece una hoja opuesta, peciolada, las hojas jóvenes presentan solo un lóbulo, en cambio las hojas adultas son ásperas al tacto con 3 a 5 lóbulos con bordes aserrados (Figura 27). Cuando la planta alcanza su máximo crecimiento, la parte superior de la planta a partir de las yemas de las axilas de las hojas se desarrollan brotes laterales o tallos secundarios, portadores de hojas y conos (Bañón, 2013; Gingrich, 1994).

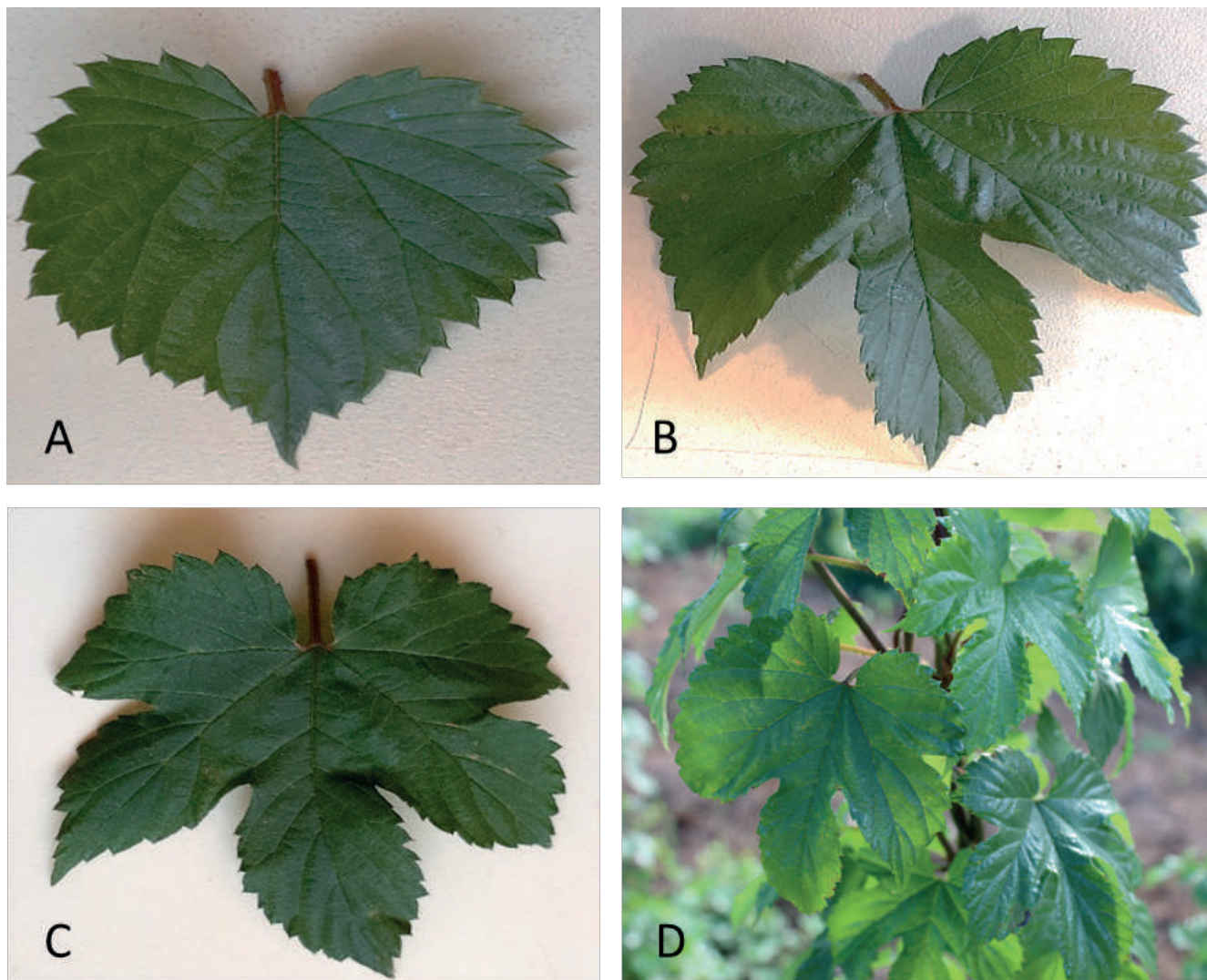


Figura 27. Morfología de las hojas de lúpulo. Hoja joven con un lóbulo (A), hojas adultas con 3 a 5 lóbulos (B-D).

Flores: Las plantas presentan flores masculinas y femeninas separadas en distinto pie. Las flores masculinas son de tonalidad blanco amarillentas, agrupadas en panículas nacidas en las axilas de las hojas superiores reducidas a estipulas (Figura 28A). Las flores femeninas corresponden al desarrollo de la umbela quien dará origen a los conos a partir de las inflorescencias alrededor de un eje central o raquis (Figura 28B) (Small y Catling, 1999; Iglesias, 2017; Lüer, 2019). El raquis posee nudos en toda su longitud, en cada nudo crece una bractéola con inflorescencias. Las brácteas se diferencian de las bractéolas porque son puntiagudas en el ápice. Las bractéolas son parecidas, pero más estrechas con una punta redondeada y obtusa (Bañón, 2013).



Figura 28. Flores masculinas (A) y Flores Femeninas (B) de la planta de lúpulo

Cuando las inflorescencias maduran, el eje central se engrosa, las brácteas y bractéolas se ensanchan y se genera el estróbilo o cono (Figura 29). El estróbilo contiene glándulas de lupulina que producen los ácidos alfa, ácidos beta y aceites esenciales utilizados en la industria cervecera por su aporte en amargor y propiedades aromáticas. La mayor parte de la lupulina es producida en la base de las bractéolas (Dodds, 2017).

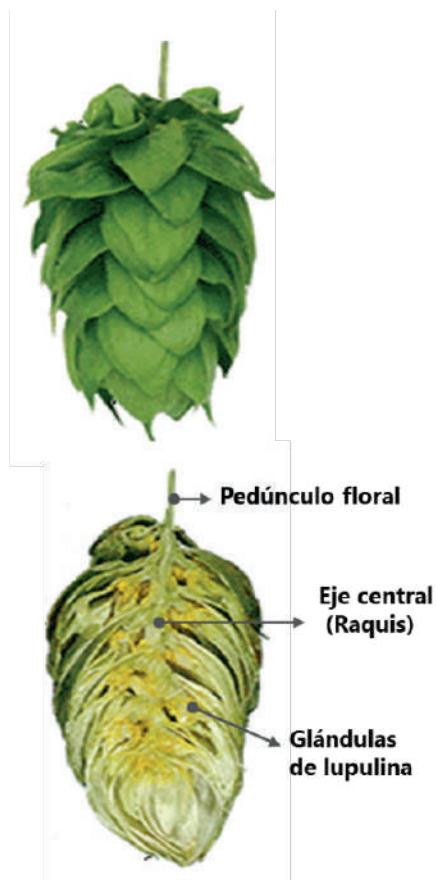


Figura 29. Conos cercanos a madurez y corte transversal de un estróbilo o cono.

El valor comercial del lúpulo radica en las glándulas secretoras de lupulina presente en los conos dando origen a las resinas (amargor) y aceites esenciales (aroma). Durante el proceso de formación de los conos jóvenes en la base de las brácteas del mismo, se origina una sustancia resinosa que contiene alfa ácidos o Humolona con aspecto de gránulos de color dorado. En cambio, el ácido beta o lupulona se produce en la maduración de los conos con tonalidad de amarillo acitrón. Esto quiere decir que la calidad del lúpulo depende de la relación entre los ácidos alfa y beta, siendo de importancia los alfa ácidos por aportar el amargor a la industria cervecera (Rizzi y Tarazi, 2018). Para mantener la calidad del lúpulo en post cosecha se debe evitar la formación de beta ácidos, estos se originan de acuerdo con un proceso de oxidación por la manipulación deficiente, las cosechas tardías, la elevada temperatura de secado o almacenamiento inadecuado, generando un sabor intenso amargo y desagradable para el consumidor de cerveza (Leskovar, 1978).

Los conos se pueden catalogar por su forma en ovoide, globoso, cónico y prisma o alargado, con diversos colores que varían de verde a amarillo, pasando por el dorado y amarillo con manchas rojizas (Figura 30, Escauriaza, 1947).

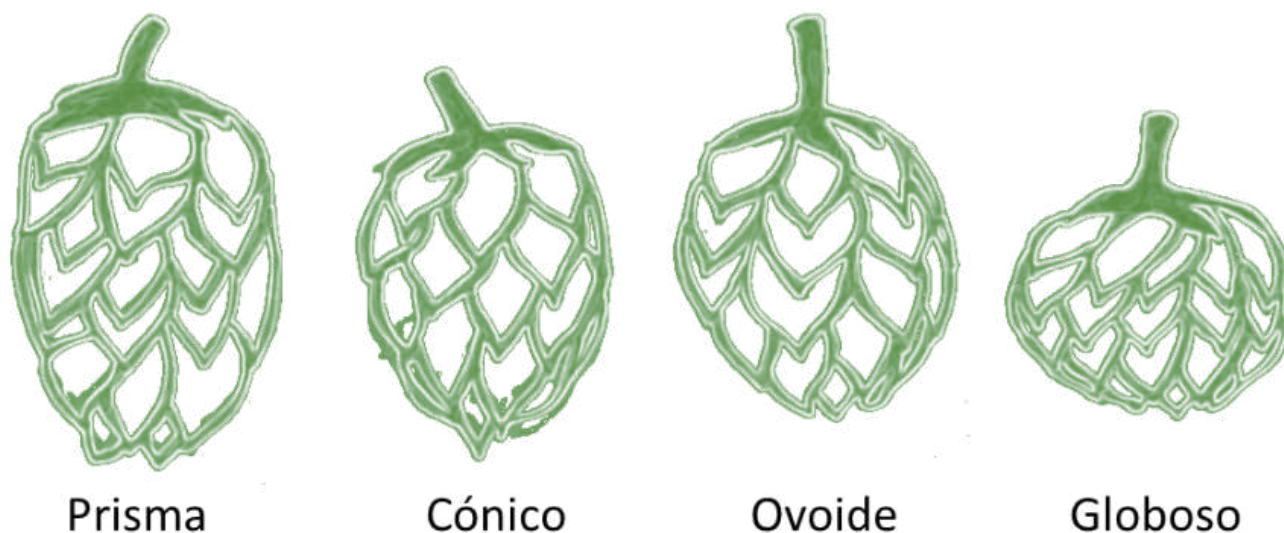


Figura 30. Tipos de formas de los conos.

2.2 Fenología

La fenología corresponde al avance en los estados de desarrollo, que en el cultivo del lúpulo corresponden a las siguientes etapas: Brotación, desarrollo de hojas, formación de brotes laterales, aparición del órgano floral, floración, maduración de los conos e inicio de cosecha (Figura 31). Para la determinación del estado fenológico del cultivo se utiliza la escala extendida BBCH (Rossabauer et al., 1995) y el reconocimiento de éstas permite realizar manejos agronómicos oportunos tales como la aplicación de productos químicos, fertilizantes, poda, riego y momento de cosecha.

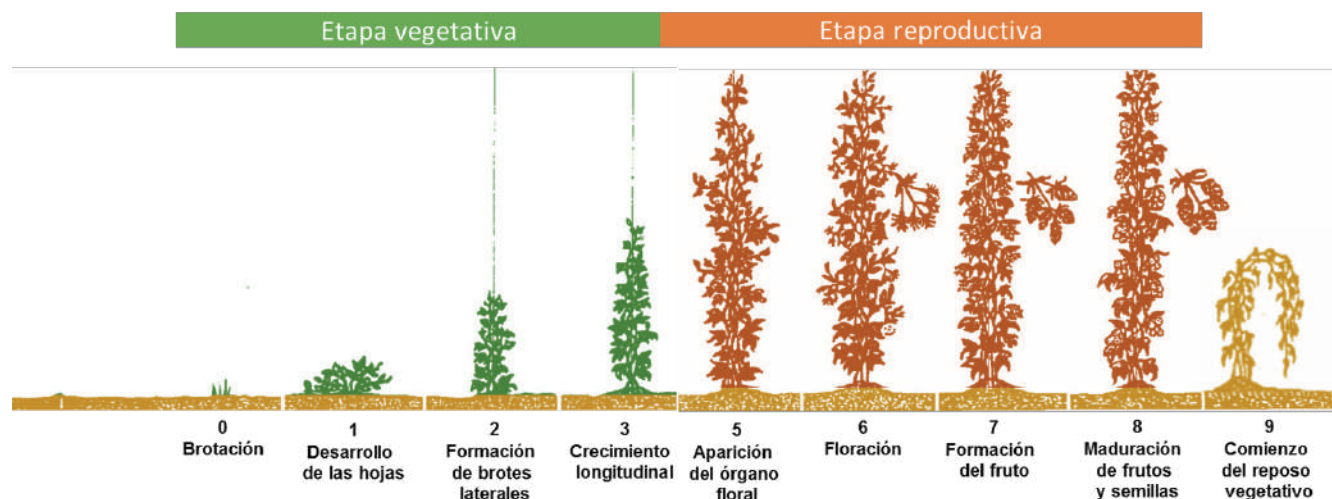


Figura 31. Estados fenológicos del cultivo de Lúpulo de acuerdo con la escala BBCH (Rossbauer et al., 1995).

Fase vegetativa

0. Brotación: La brotación de los vástagos vuelve a activarse una vez que las horas de luz y la temperatura vuelven a aumentar a fines de invierno (Magadan, 2011). Los brotes atraviesan la superficie del suelo y surge la parte aérea de la planta (Figura 32). La cantidad de brotes producidos en primavera suele ser numerosa y estos se abastecen de nutrientes acumulados en el rizoma (Maino, 1983).



Figura 32. Brotación de los vástagos de lúpulo a partir del rizoma a fines de invierno

1. Desarrollo de hojas: Posterior a la brotación, se desarrollan las primeras hojas que son rudimentarias reunidas en roseta y crecen durante la salida de los vástagos (Figura 33). Las primeras hojas no están completamente extendidas, forman un lóbulo y producen fotoasimilados obtenidos a partir de la fotosíntesis (Maino, 1983).



Figura 33. Formación de hojas

2. Formación de brotes laterales: Después de que las guías alcanzan la altura máxima del tutor (5-6 m), se inicia la formación de brotes laterales, debido a la fuerte dominancia apical (Figura 34). El desarrollo y el crecimiento de los brotes laterales finaliza con el inicio de la floración (Bañón, 2013).



Figura 34. Formación de brotes laterales en plantas de lúpulo

3. Crecimiento Longitudinal: Los brotes o tallos de la planta trepan en el sentido de las agujas del reloj con la ayuda de los tricomas en forma de gancho, los que se pegan a un tutor (Figura 35). Esto es diferente de las enredaderas, que trepan con la ayuda de zarcillos (Probasco, 1997; Mahaffee y Pethybridge, 2009).



Figura 35. Crecimiento Longitudinal de plantas de lúpulo

Fase reproductiva

5. Aparición del órgano floral: La inflorescencia femenina se presenta en umbela en los brotes laterales, estas flores son reducidas al pistilo visible, solitarias o en pequeña cima dispuestas en las axilas de las brácteas fuertemente imbricadas y cortamente pedunculadas (Figura 36). Esto ocurre en el extremo superior de las guías, por arriba de los 3 m, luego se generaliza en toda la planta según la variedad (Chiera, 1949).



Figura 36. Aparición del órgano floral

6. Floración: Corresponde a la formación de las inflorescencias desde el eje central y rodeadas de brácteas, estos dos últimos se engrosan dando lugar a los denominados estróbilos o conos (Magadan, 2011) (Figura 37).



Figura 37. Floración

7. Formación de los frutos: Inicia con la formación de las cabezuelas a partir de las flores, al inicio aún tienen los estigmas presentes, luego alcanzan su tamaño y presentan las brácteas ligeramente abiertas y de color verde (Figura 38).



Figura 38. Formación de los frutos. Fuente esquema: Estadios fenológicos del cultivo del lúpulo, Proyecto Innovaciones en el cultivo del Lúpulo en España para la mejora de la sostenibilidad de las explotaciones agrícolas, 2022. (<https://lutega.com/cultivo-lupulo-galicia/>)

8. Maduración de los frutos: Los conos se engrosan comienza la maduración que consiste principalmente en el incremento del contenido de α -ácidos y de la materia seca (Bañón, 2013) (Figura 39). En último lugar, la cosecha ocurre con los conos maduros de color verdoso amarillento y con un fuerte aroma a frutales o cítricos según la variedad (Chiera, 1949).



Figura 39. Maduración de los conos. Fuente esquema: Estadios fenológicos del cultivo del lúpulo, Proyecto Innovaciones en el cultivo del Lúpulo en España para la mejora de la sostenibilidad de las explotaciones agrícolas, 2022. (<https://lutega.com/cultivo-lupulo-galicia/>)

9. Comienzo del reposo vegetativo: El reposo vegetativo es iniciando en otoño, cuando la parte aérea de la planta entra en senescencia (Figura 40). Este proceso se produce por la disminución de las horas luz por debajo de 13 horas y el descenso de la temperatura (Magadan, 2011). Durante la senescencia los nutrientes son translocados desde la parte aérea hacia el sistema radicular y la parte vascular subsuperficial produce el hinchamiento de las yemas.

El rizoma tiene la capacidad de tolerar temperatura ambiental de hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a medida que las temperaturas ascienden y los días se alargan, se produce un hinchamiento de las yemas generando los brotes en primavera (Maino, 1983; Lürer, 2019).



Figura 40. Comienzo del reposo vegetativo

En la región de los Ríos, el ciclo de desarrollo del lúpulo ocurre entre los meses de septiembre a marzo (Figura 41). Los resultados de dos años de evaluación de la fenología en la región, mostraron que en septiembre inicia la brotación, seguido por el crecimiento longitudinal a partir del mes de noviembre. Hacia fin de diciembre ocurre la aparición del órgano floral en la variedad Cascade, y unas dos semanas más tarde en los ecotipos regionales, comparándolas en el mismo ambiente. La floración ocurre hacia fin de diciembre en Cascade, pero en los ecotipos regionales esto ocurre la primera o segunda semana de enero. La maduración de los conos y por lo tanto el momento de cosecha, también difiere entre Cascade y los ecotipos regionales, presentándose hacia fin de febrero en Cascade y entre la segunda y tercera semana de marzo en los ecotipos. Cabe señalar que las fechas acá presentadas son referenciales puesto que la fenología del cultivo es controlada principalmente por la temperatura y el fotoperíodo. Las etapas de desarrollo se cumplen en la medida que se acumula la suma térmica necesaria para esa etapa ($^{\circ}\text{Cd}$) (ver Tabla 1, sección II) y en el caso de la floración, esta depende de que se cumpla el umbral de horas de luz que se encuentra sobre las 14 horas.

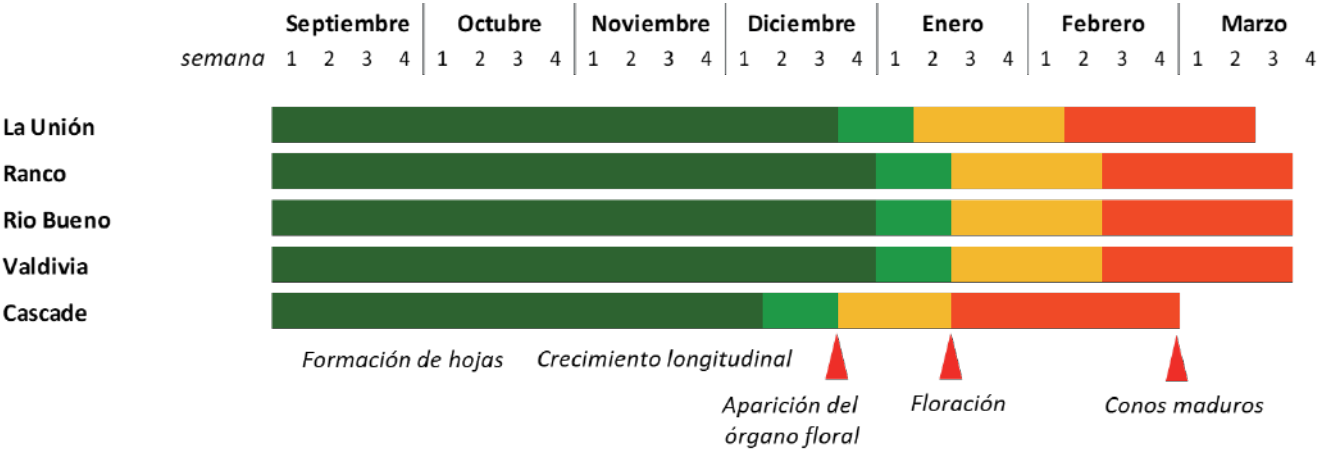
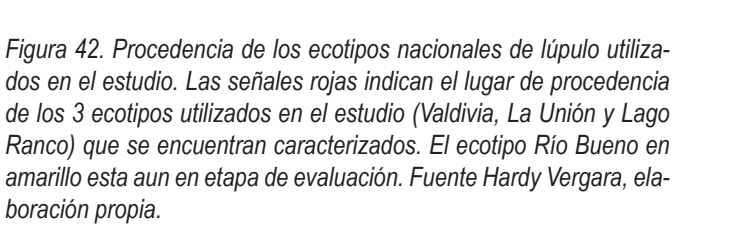


Figura 41. Calendario de ocurrencia de los principales eventos fenológicos en el cultivo del lúpulo, en la región de los Ríos.

3. Variedades y Ecotipos

En lúpulo se han descrito más de 100 variedades a nivel mundial (Magadán et al., 2011). Estas se pueden clasificar en amargas y aromáticas, de acuerdo con el contenido de ácidos alfa (8 a 12%) y aceites esenciales (4 a 6%) que presenten respectivamente (Kovačević y Kač, 2002). Según Lerdon y Scheihing (2015) las principales variedades comerciales utilizadas en las cervecerías artesanales en la Región de Los Ríos, son Cascade y Hallertauer tradition. Cascade es una variedad originaria de Estados Unidos, utilizada para estilos de cerveza tales como American pale ale, India pale ale, Porter y Barleywine, con aromas predominantes a cítrico y floral, y con resistencia al mildiu. Hallertauer en cambio, proviene de Alemania, es un lúpulo aromático con notas a frutales y terroso, utilizado para elaborar estilos de cerveza del tipo Lagers, Bock, Weissbier y Kolsch (Neve, 2012; Matsche et al., 2018). Esta variedad es parte del grupo de las variedades nobles, originarias de Europa central, de las cuales existen cuatro principales: Hallertau, Tettnang, Spalt que son de origen alemán y Saaz de República Checa. Estas son variedades ancestrales, que aportan aroma con baja concentración de alfa ácidos, suave amargor y son utilizadas para elaborar estilos de cervezas del tipo lagers como Bohemia Pilsner, Marzen, Dunkel, Munich o Weissbier (Suárez, 2013).

Por otra parte, en Chile se cultivan ecotipos de lúpulo, cuya definición corresponde a una subpoblación genéticamente diferenciada, restringida a un hábitat específico a un ambiente particular o ecosistema definido (Odum, Ortega y Teresatr, 2016). Los ecotipos nacionales de Lúpulo, fueron identificados en forma silvestre por los profesionales Hardy Vergara y Mario Celedón. La identificación genética realizada en la Universidad Austral de Chile ha permitido confirmar que los ecotipos locales de lúpulo son genéticamente distintos a las variedades comerciales presentes en Chile, no obstante, aún está por confirmarse su relación con Hallertauer Mittelfrüh, una variedad antigua de la cual podrían derivar los ecotipos chilenos, considerando que el lúpulo fue introducido a Chile probablemente, por migrantes europeos. Los ecotipos nacionales colectados fueron caracterizados morfológica y genéticamente y denominados de acuerdo con el lugar en donde se encontraron originalmente, esto es La Unión, Ranco, Valdivia y Río Bueno (Figura 42).



Las Figuras 43 a 46 muestran algunos caracteres descritos en los ecotipos como morfología de hojas, tallos y conos.

Tabla 2. Caracteres morfológicos de los ecotipos nacionales de lúpulo de acuerdo con la escala UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, código HUMUL_LUP). Luer (2019), Behn (2022) e informes Plan de zonificación edafoclimática del lúpulo.

Órgano	Carácter	La Unión	Ranco	Río Bueno	Valdivia
Tallo	Pigmentación antociánica	Fuerte	Media/ Fuerte	Fuerte	Fuerte
Hoja	Tamaño del limbo	Medio/ Grande	Medio	Medio	Medio
	Color del haz del limbo	Oscuro/ Muy oscuro	Oscuro/ Muy oscuro	Muy oscuro	Muy oscuro
Planta	Forma	Cilíndrica/ Cilíndrica a Forma de garrote	Cilíndrica a Forma de garrote	n/d	Cilíndrica a Forma de garrote
Brote	Longitud en el tercio medio de la planta	Medio	Corto/ Medio	Medio	Medio
	Longitud en el tercio superior de la planta	Largo	Largo	Largo	Largo
	Densidad del follaje	Media	Escasa/ Media	Media	Media
Cono	Tamaño	Pequeño/ Medio	Pequeño/ Medio	Medio	Medio
	Forma	Oval ancha/ Globosa	Oval ancha/ Globosa	Oval ancha	Globosa
	Grado de apertura de las brácteas	Ligeramente abiertas/ Claramente abiertas	Claramente abiertas	Claramente abiertas	Claramente abiertas
	Intensidad del color verde	Medio	Medio	Medio	Medio
Brácteas	Tamaño	Pequeño	Pequeño	Medio	Pequeño
	Relación ancho/largo	Media	Pequeña/ Media	Media	Pequeña/ Media
	Longitud del ápice	Muy corto	Muy corto/ Medio	Medio	Medio
Aroma		intenso floral	herbáceo a pino		Pimienta, con notas cítricas

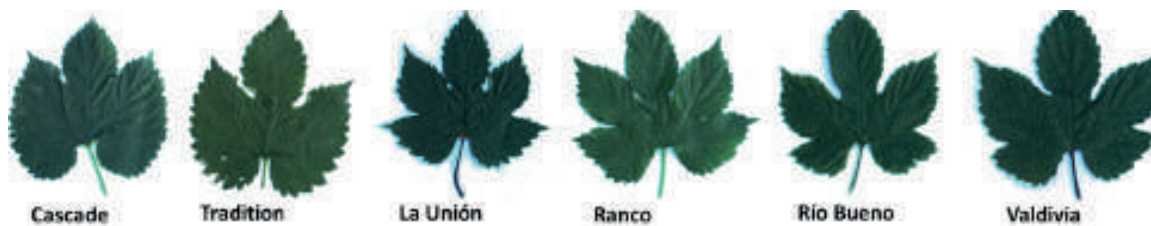


Figura 43. Morfología de las hojas de las variedades comerciales Cascade y Tradition y de los ecotipos La Unión, Ranco, Río Bueno y Valdivia.



Figura 44. Morfología y pigmentación de los tallos de las variedades comerciales Cascade y Tradition y de los ecotipos La Unión, Ranco, Río Bueno y Valdivia.

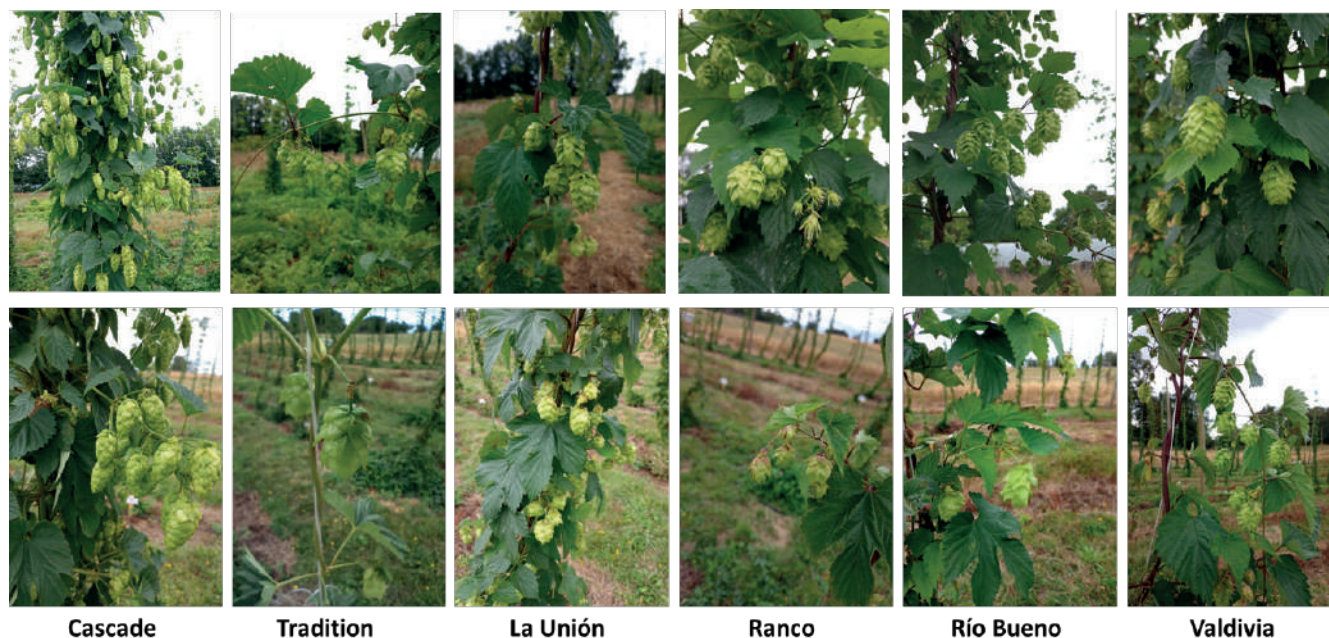


Figura 45. Morfología de los conos de las variedades comerciales Cascade y Tradition y de los ecotipos La Unión, Ranco, Río Bueno y Valdivia, cultivadas en el CIC de Máfil (panel superior) y en Vivanco (panel inferior).



Figura 46. Conos luego del secado de las variedades comerciales Cascade y Tradition y de los ecotipos La Unión, Ranco, Río Bueno y Valdivia.

Los ecotipos nacionales se caracterizan por poseer baja concentración de ácidos alfas, por lo que califican dentro del grupo de lúpulos aromáticos. Estos aromas pueden ser transferidos a las cervezas para dar un sello diferenciador. Lúpulos Hueimen, empresa de la región de los Ríos es la principal productora de lúpulo de ecotipos nacionales en Chile y ha caracterizado detalladamente su producto (<https://www.lupuloshueimen.cl/>).

Los ecotipos la Unión y Valdivia han sido descrito con aroma a manzana, limón, grosella, lavanda, mientras que Ranco posee un aroma Herbáceo, cítrico, pino. Los tres ecotipos, son recomendados para estilos de cerveza pilsner, lager alemanas, estilos ingleses, pale ales y stout, porter.

Los perfiles Aromáticos y de amargor son presentados en las Tablas 3, 4 y 5 y Figura 47.

Tabla 3. Componentes aromáticos de los ecotipos de lúpulo nacionales. Análisis realizados y publicados por Lúpulos Hueimen (<https://www.lupuloshueimen.cl/>).

Componentes Aromáticos (%)	La Unión	Ranco	Valdivia
2-Undecanone	0.10	0.05	1.54
α -pinene	0.08	0.08	0.04
B-ionone	0.75	0.65	0.79
B-Pinene	0.34	0.29	0.29
Caryophyllene	5.11	8.00	5.30
Citronellene	0.06		0.06
Citral		0.09	0.02
Citronellol			0.11
Farnesene	15.09	20.39	16.49
Geraniol	0.48		0.84
Geranyl acetate 1		0.28	
Geranyl acetate 2		0.16	0.1
Humulene	0.19	3.50	0.24
Limonene	0.01	0.10	0.07
Linalool	0.17	0.13	0.18
Methyl Heptanoate	0.01		0.02
Methyl Laurate	0.32	0.66	0.29
Methyl Octanoate	0.73	0.85	0.96
Methyl thiohexanoate			0.05
Myrcene	29.76	30.58	26.86
Nerolidol 1		6.89	1.78
Nerolidol 2	0.97	2.62	0.87
Ocimene	0.33	0.22	0.34
Terpinolene	0.67	0.98	0.79
Unidentified	44.65	22.33	41.99
Total oil (ml/100g)	0,5	0,4	0,5

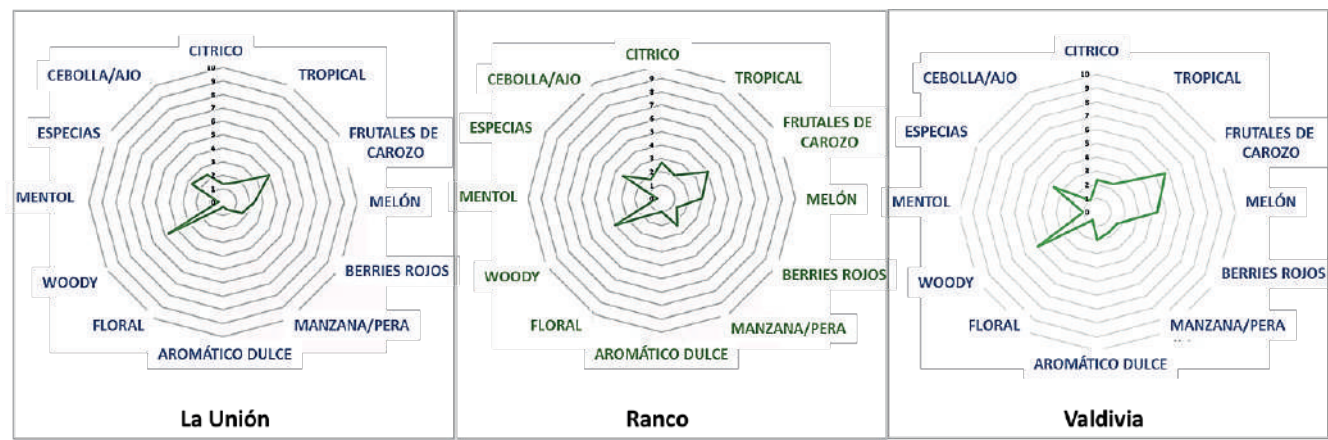


Figura 47. Perfil aromático de los ecotipos La Unión Ranco y Valdivia.
Fuente: Lupulos Hueimen

Respecto de los componentes de amargor, estos se encuentran en menor concentración en los ecotipos nacionales que en las variedades comerciales. Los datos aportados por la literatura y la empresa Hueimen que produce ecotipos nacionales (<https://www.lupuloshueimen.cl/>), muestran porcentajes de alfa ácidos que corresponden aproximadamente a la mitad de los alfa ácidos contenidos en Cascade o Tradition. La concentración de beta ácidos es similar entre ecotipos y variedades, mientras que el porcentaje de co-humulona es cercano al límite inferior del rango de co-humulona reportado en Cascade (Tabla 4).

Tabla 4. Componentes de amargor de los ecotipos nacionales, comparados con las variedades comerciales Cascade y Tradition.

Componentes de Amargor (%)	Cascade	Tradition	La Unión	Ranco	Valdivia
Ácidos Alfa	5,5-8,9	4,6-7	3,3	2,6	3,0
Acidos beta	3,6-7,5	3-5	5,2	4,8	5,0
Co-humulone	30-40	18-24	28,9	26,1	29,3
Co-lupulone			43,9	42,7	42

Fuente: Catálogo de Lúpulos Patagonia; González, 2017; Hop Harvest Guide, Lúpulos Hueimen 2022.

Por otra parte, este manual presenta el porcentaje de componentes de amargor obtenido en 4 ecotipos nacionales y una variedad comercial, en 4 localidades de la región de los Ríos. Estos análisis se realizaron utilizando la técnica HPLC-DAD, adaptación de HOPS-14 de ASBC en laboratorios del Instituto de Química y Farmacia de la Universidad Austral de Chile (Tabla 5). Los resultados arrojaron resultados similares a los mostrados en la Tabla 4, es decir, que se encontró una menor concentración de alfa y beta ácidos en los ecotipos nacionales y también menor concentración de co-humulona, comparado con la variedad comercial Cascade. Especialmente en los ecotipos, se detectó un amplio rango de valores en la concentración de alfa y beta ácidos, lo cual demuestra que la concentración es altamente afectada por el ambiente, considerando que los datos corresponden a diferentes localidades y años en la región de los Ríos.

Tabla 5. Componentes de amargor de los ecotipos nacionales, comparados con la variedad Cascade medidos entre el 2019 y 2021 en 4 localidades de la región de los Ríos: CIC Máfil, comuna de Máfil; Centinela, comuna de la Unión; Vivanco, comuna de Río Bueno; y Hueimen, comuna de Lago Ranco.

Componentes de Amargor (%)	Cascade	La Unión	Ranco	Río Bueno	Valdivia
Ácidos Alfa	5,5-8,5	1,9-5,4	1,8-3,8	1,6	1,4-4,8
Acidos beta	4,7-5,8	3,1-3,7	3,7-4,5	3,5-3,6	3,4-4,9
Co-humulone	1,2-1,4	0,5-1,8	0,5-0,8	0,4	0,4-1
Co-lupulone	31-36,4	21,2-30,1	21-24	24,1	23,7-26,3

Respecto del crecimiento los ecotipos crecen a una alta tasa a partir de inicios de noviembre alcanzando la altura máxima hacia fin de diciembre. El ecotipo Valdivia creció a una tasa menor alcanzando la altura máxima a mediados de enero, mientras que el ecotipo Río Bueno, por su irregular crecimiento, no alcanzó un crecimiento promedio comparable con los demás ecotipos (Figura 48).

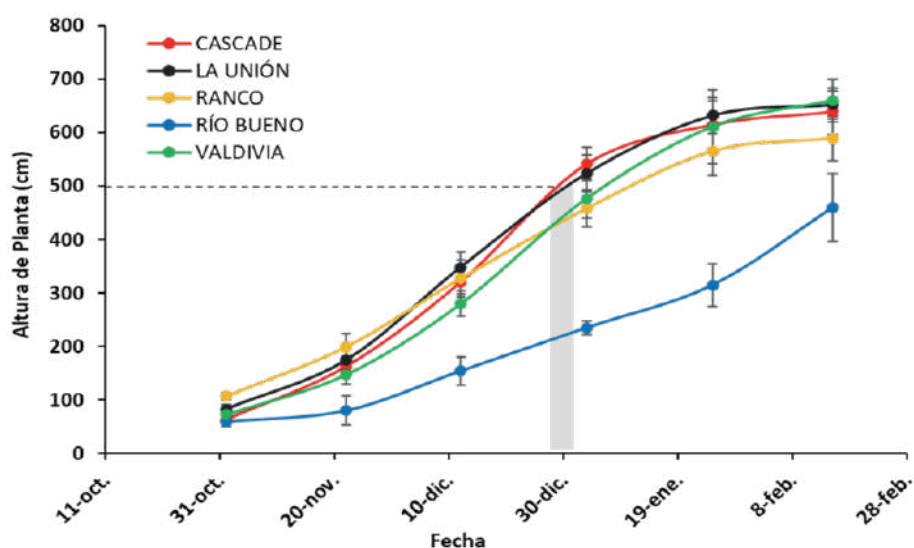


Figura 48. Altura de planta de 5 genotipos de lúpulo cultivados en la región de los Ríos. Los valores de la curva corresponden al promedio del crecimiento en dos años (2019-2020 y 2020-2021) y 2 o 4 localidades (Máfil, Vivanco, Centinela y Hueimen), dependiendo del genotipo.

Respecto del rendimiento de los ecotipos este varió entre 305 y 800 g de cono fresco por planta, en las temporadas y ambientes en que se efectuó el estudio de zonificación edafoclimática de lúpulo, mientras que la variedad comercial Cascade tuvo un promedio de 1233 g de conos frescos por planta promediando dos temporadas y dos localidades (Figura 49). Dentro de los ecotipos, tanto La Unión Valdivia y Río bueno, presentaron rendimientos promedio similares, que fluctúan entre los 450 y 550 g de conos. El ajuste de las practicas agronómicas en estos genotipos debería permitir obtener el potencial de rendimiento, que se estima superior a los valores reportados en este estudio.

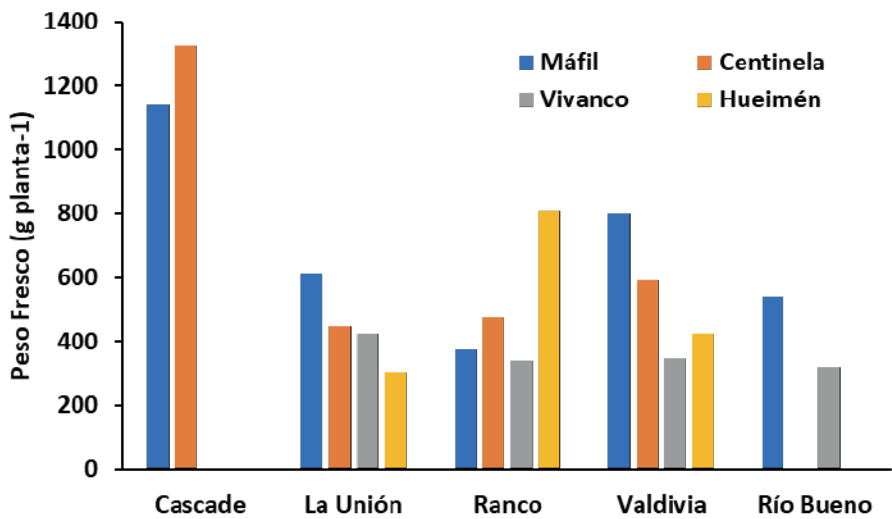


Figura 49. Rendimiento de 5 genotipos de lúpulo cultivados en la región de los Ríos. Los valores de corresponden al promedio del crecimiento en dos años (2019-2020 y 2020-2021) y 2 o 4 localidades (Máfil, Vivanco, Centinela y Hueimen), dependiendo del genotipo.

4. Requerimientos climáticos

El suelo y el clima son considerados como factores determinantes en la expresión del “Terroir” sobre la calidad del lúpulo, generando características únicas y propias en las propiedades sensoriales en los distintos estilos de cerveza (Guerberof, 2020; Van Holle, 2020). En general el lúpulo prefiere climas frescos, húmedos con veranos templados y se adapta a pleno sol como en semi sombra. La temperatura y el fotoperiodo son limitaciones claves que condicionan la producción de flores dentro de los 35° y 55° de latitud de los hemisferios norte y sur (Bañón, 2013). A continuación, se explicará las necesidades de los distintos parámetros edafoclimáticos.

Temperatura

En invierno el cultivo tolera temperaturas entre 0° y -20° C, debido a que la parte aérea aún no se desarrolla, sino que solo se encuentra el rizoma, bajo la superficie del suelo. En primavera con temperaturas medias sobre 10°C emergen los primeros brotes, las heladas primaverales por debajo de los -5°C tienen efectos letales sobre los brotes forzando a la planta a volver a emitir nuevos brotes. Según el estudio de Burgess (1964) las temperaturas máximas por sobre los 35°C no tienen efectos negativos en la calidad como tampoco en la producción aplicando un suministro de agua adecuado. En otro estudio de Bañón (2013) señala que las temperaturas máximas por encima de los 30°C no afectan el contenido de α -ácidos. El ciclo del cultivo es más corto en los lugares que las temperaturas primaverales y estivales son mayores.

Tabla 6. Requerimientos climáticos generales para el desarrollo del lúpulo. PLH: Período libre de heladas.

Estados de desarrollo	T° Óptimas (°C)	T° Críticas (°C)	Suma Térmica (°d)	Frío (horas<7°C)	PLH (días)	T° min de crecimiento (°C)
Reposo vegetativo		-20		659		
Brotación	>10	<-5	120			5 - 6,5
Formación de hojas	15 – 18	<-2				
Ramas laterales	15 – 20					
Floración	20 – 24	>30 (con riego)				
Maduración de conos	18 – 22	>30 (con riego)	2.315		210	

Elaboración propia con datos propios y otros extraídos de Magadan et al., (2011) y Bañón (2013).

En la región de los Ríos, las variedades comerciales y ecotipos de lúpulos plantados en las localidades de Máfil y Vivanco, en el marco del estudio “Plan de zonificación edafoclimática del Lúpulo”, mostraron un buen desarrollo, lo cual se explica porque las temperaturas óptimas para este cultivo estuvieron dentro del rango de temperaturas máximas y mínimas en estas localidades (Figura 50). No obstante, en las tres temporadas de cultivo hubo temperaturas diarias máximas sobre el valor crítico, es decir superiores a 30°C en la etapa de floración, lo cual evidenció daños directos en los conos y un aceleramiento de su madurez. Cabe señalar que estas altas temperaturas además aumentan la demanda de agua por transpiración, lo que se traduce en déficit hídrico si es que no existe un suficiente y oportuno suministro de agua.

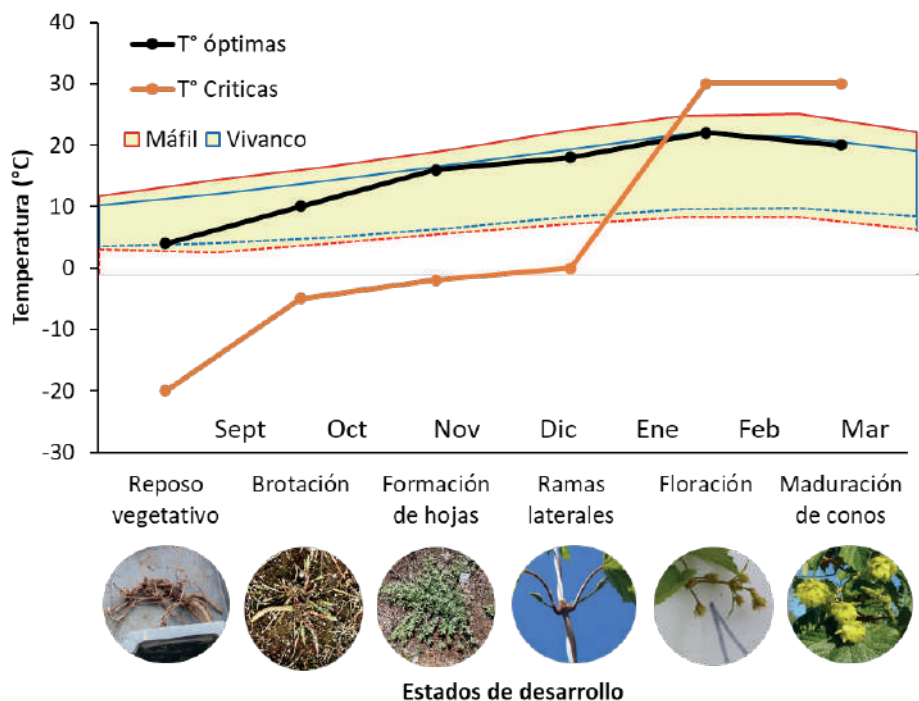


Figura 50. Temperaturas óptimas y críticas para el desarrollo del lúpulo (líneas negra y anaranjada del gráfico, respectivamente). La zona de color amarillo representa el rango de temperaturas máximas y mínimas diarias experimentadas entre los meses de septiembre a marzo, periodo en que se desarrolla el cultivo en la región de los Ríos, en las localidades de Máfil (área rodeada por líneas rojas) y Vivanco (área rodeada por líneas azules).

Los requerimientos de horas de frío y la suma térmica fue determinada específicamente para los ecotipos nacionales y las variedades Cascade y Hallertah Tradition, plantadas en la región de Los Ríos, en el marco del Plan de Zonificación Edafoclimática del Cultivo del Lúpulo (Tabla 7). Esta información es muy relevante para recomendar zonas de plantación en la región ya que, contando con la información climática de las estaciones meteorológicas más cercanas a un predio, es posible estimar si el cultivar a plantar cumplirá los requerimientos de horas de frío y completará su ciclo en la estación de crecimiento que fluctúa entre septiembre y marzo. Esta información es parte de los resultados del plan de zonificación que incluye este manual.

Tabla 7. Requerimientos de horas de frío (HF) y suma térmica (GD) de la variedad Cascade y de los ecotipos Hallertahuer Tradition, La Unión, Ranco, Río Bueno y Valdivia.

Estados Fenológicos	Variedades y ecotipos											
	Hallertahuer											
	Cascade		Tradition		La Unión		Ranco		Río Bueno		Valdivia	
	HF	GD	HF	GD	HF	GD	HF	GD	HF	GD	HF	GD
Brotación	1301	150	1301	150	1301	150	1301	150	1301	150	1301	150
Floración		1.221		1.690		1.690		1.690		1.690		1.690
Madurez		1.900		2.146		1.977		1.698		1.977		1.977

Leyenda

HF: Horas de frío ($t^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$)

GD: Grados días (t° base 5°C)

Fotoperíodo

Los lúpulos tienen requisitos estrechos de horas luz para pasar de la etapa de crecimiento vegetativo a floración. Este requerimiento es un fotoperíodo crítico de entre 14 y 15,5 horas (Struik et al., 2000). Por lo tanto, al presentar una alta respuesta al fotoperíodo los mayores rendimientos se obtienen en zonas con latitudes comerciales que van entre 35° a 55° de latitud norte o sur (Del Valle et al., 2003). En la región de los Ríos las horas de luz sobrepasan las 14 horas a partir del 10 de octubre aproximadamente y llega a 15 horas el 21 de diciembre, cumpliendo así los requerimientos de la especie para inducir la floración.

Viento

Es deseable establecer el cultivo en contra de los vientos dominantes, protegiéndolo con barreras naturales o artificiales como corta vientos. La velocidad no debería superar los 20 km/h ya que vientos fuertes pueden hacer caer los brotes entutorados, lo que obliga a enderezarlos para que retomen su posición aumentando el costo en mano de obra. Además, puede producir rotura de brotes laterales y del pedicelo de los conos, afectando negativamente la producción (Bañón, 2013). En la región de los Ríos este es un aspecto importante para considerar, puesto que durante el periodo de desarrollo del cultivo es altamente probable que ocurran eventos climáticos con fuertes vientos. En cultivos de lúpulo no protegidos por el viento se ha calculado una pérdida de hasta el 30% (Escauriaza, 1947) siendo mayor la probabilidad de caída de las plantas y de pérdidas económicas a partir de la etapa de floración.

Requerimientos de Suelo

Textura: El lúpulo requiere de suelos arenosos, francos o franco-arcillosos, teniendo solamente limitación en los excesivamente arcillosos debido a su influencia en la permeabilidad del suelo.

pH: Los lúpulos prefieren un pH entre 6,0 a 6,5 o un suelo ligeramente ácido hasta un pH 5,5. En suelos con pH bajo los 5,5 se recomienda la aplicación de carbonato de Calcio (CaCO_3), lo que además permite reducir la saturación de aluminio en el suelo (Toledo, 2016). Un método para mejorar el pH del suelo alcalino a largo plazo es incorporar abonos verdes, tales como especies fijadoras de nitrógeno (trébol, arveja, porotos u otras legumbres), los que, además, acumulan potasio, calcio, mejoran la estructura del suelo y fomentan la diversidad de insectos benéficos (Kuepper, 2012). Considerando la predominancia de suelos ácidos en la región de los Ríos es de gran importancia, encalar previo al establecimiento de los patios y realizar una corrección de mantención anual.

Profundidad: El cultivo requiere de un suelo con profundidad efectiva entre 1 a 2 metros. Esto se debe a que las raíces del lúpulo pueden crecer a profundidades de hasta 2,4 metros y así extraer agua de perfiles de suelo más profundos.

Salinidad: El Lúpulo se desarrolla mejor en suelos con baja salinidad ($\text{CE} < 4 \text{ dS/m}$). Lo anterior implica que es importante analizar también la salinidad del agua de riego. Las sales disueltas en el agua se acumulan en la zona de raíces especialmente cuando se utiliza riego por goteo, si es que no existen estrategias de eliminación de las sales del perfil del suelo, por ejemplo, con riegos prolongados y profundos.

Requerimientos hídricos: El lúpulo necesita riego durante todo el periodo vegetativo, especialmente alrededor de floración (periodo crítico). Se ha estimado que el 75-80% del total del agua, es consumida entre el crecimiento vegetativo y la formación de conos (Bañon, 2013). Los requeridos hídricos para completar el ciclo de desarrollo del lúpulo, han sido estimados entre 600 a 700 mm en América del Norte (Evans 2003; Nakawuka, 2017) y se ha encontrado una buena respuesta del rendimiento al riego por goteo (Bañon, 2013; Nakawuka, 2017).

5. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales varían ligeramente entre variedades y generalmente tienen los siguientes requisitos de macronutrientes: 3% de nitrógeno, 2% de fósforo y 0,50% de potasio del total de la biomasa vegetal. Es importante seleccionar fertilizantes que se volatilicen lentamente de la superficie del suelo (Leskovar, 1978). A continuación, se describen los requerimientos de macronutrientes y los micronutrientes.

5.1 Macronutrientes

Nitrógeno (N): Cuando la planta absorbe el N se acumula como nitrato en las hojas, el cual gatilla la síntesis del complejo hormonal del crecimiento para la producción óptima de tallos o guías, hojas y conos (Gingrich et al., 1994). Los requerimientos típicos de nitrógeno para el primer año son 85 kg de nitrógeno por hectárea, aumentando a 110-170 kg de N por hectárea en los años siguientes (Darby, 2011), la cantidad depende de factores ambientales como las precipitaciones que causan lixiviación del nitrógeno, las características del suelo y la edad del cultivo (Gingrich et al., 1994). Para una mejor eficiencia de uso del N es recomendable parcializar las dosis de N durante la elongación de las guías y formación de brotes laterales (Laboski y Baxter, 2017).

Los síntomas comunes de deficiencia de N son reducción del crecimiento, coloración amarillenta en las hojas adultas y conos pequeños (Gingrich et al., 1994; Laboski y Baxter, 2017).



Figura 51. Deficiencia de nitrógeno en hojas adultas de lúpulo. Fuente: *Fertility Guide for Hops* HAPI, 2009.

Fósforo (P): El fósforo es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta, movimiento de los fotoasimilados, división y crecimiento celular (Moradillo y Jimeno, 1997). Los momentos críticos de requerimiento de P son durante la formación de tallos y hojas (HAPI, 2009). Los requerimientos de P promedio en lúpulo son de 20 a 35 kg por hectárea (Gingrich et al., 1994), mientras que los niveles recomendados de P en el suelo son entre 25 a 40 ppm (Lizotte et al., 2018). Las dosis a aplicar deben estar calculadas en base al análisis de suelo, pero con niveles de P sobre 40 ppm sería necesaria solo una dosis de mantención.

La deficiencia de P causa un adelgazamiento de los vástagos o guías, con coloración púrpura, hojas adultas de color amarillento opaco con bordes necróticos curvados hacia abajo y conos con coloración marrón (Lizotte et al., 2018).



Figura 52. Deficiencia de fósforo en hojas adultas de lúpulo. Fuente: *Fertility Guide for Hops*. HAPI, 2009.

Potasio (K): El potasio juega un rol importante en el proceso de transporte de fotoasimilados. A medida que la planta fotosintetiza, acumula azúcares en las hojas que deben ser traslocados a los otros órganos para los distintos procesos fenológicos (HAPI, 2009), como en el crecimiento de los tallos, desarrollo de hojas y conos. La planta absorbe entre 90 a 170 kg de K por hectárea cada temporada (Gingrich et al., 1994). Se consideran niveles de K suficientes para el desarrollo del cultivo, sobre 40 ppm en el suelo, por lo tanto, sobre este nivel sería recomendable solo aplicaciones de mantención.

Los síntomas de la deficiencia de potasio incluyen necrosis entre las venas de las hojas y que estas pueden desprenderse de la planta, prematuramente (Lizotte et al., 2018).



Figura 53. Deficiencia de potasio en hojas adultas de lúpulo. Fuente: Nebraska bionet, 2020.

Azufre (S): El azufre es un elemento esencial en la síntesis de aminoácidos-proteínas, también genera la síntesis de vitaminas y de la coenzima A, que es fundamental para la respiración (Bañon, 2013). Se recomienda aplicar 33-44 kg por hectárea de S (HAPI, 2019). Respecto a los niveles óptimos en el suelo deben ser de 1,0-3,0 ppm (Lizotte et al., 2020). Los síntomas de deficiencia de S son retraso en el crecimiento, tallos delgados y color amarillento en las hojas jóvenes (Lizotte et al., 2018).

Calcio (Ca): El Ca es un elemento esencial para la síntesis de los componentes estructurales de la planta. Se recomienda aplicar en invierno cuando el calcio intercambiable es inferior a 5 meq en 100 g de suelo (Gin-grich, 1994). La deficiencia de Ca presenta síntomas similares a la deficiencia de boro: coloración amarillenta en los puntos de crecimiento, reducción del desarrollo de las hojas con coloración amarillenta y muerte de los márgenes de las hojas (HAPI, 2019).

Figura 54. Deficiencia de Ca en hojas maduras. Fuente: Nutrient Management and Imbalances. Gent et al., usahops.org



Magnesio (Mg): El Mg es importante para la síntesis de clorofila, por lo tanto, fundamental para la fotosíntesis y translocación de asimilados. La deficiencia es común en suelos ácidos con exceso de potasio. Es por esto que se recomienda realizar un análisis de suelo y aplicar el magnesio cuando este es inferior a 1 meq en 100 g de suelo (HAPI, 2019). La deficiencia genera síntomas que incluyen la coloración amarillenta entre las venas de las hojas más viejas, mientras que las venas permanecen verdes, seguido por la defoliación y/o muerte del tejido (Lizotte et al., 2018).

Figura 55. Deficiencia de Mg en hojas maduras. Fuente: Nutrient Management and Imbalances. Gent et al., usahops.org



5.2 Micronutrientes

Boro (B): El boro cumple una función esencial en la formación de nuevas células vegetales, el transporte de fotoasimilados y se usa junto con el calcio en la síntesis de la pared celular. Una aplicación típica de boro es de 1-2 kg por hectárea. Respecto al análisis de suelo con menos de 1.5 ppm, se debe aplicar 1,1 – 1,7 kg por hectárea y si es superior a 1,5 ppm no es necesario aplicar Boro (Lizotte et al., 2018). La deficiencia de B produce la aparición tardía de abundantes brotes en la superficie, acortamiento de entrenudos, hojas cloróticas pequeñas y distorsionadas (Lizotte et al., 2018; HAPI, 2019).

Figura 56. Deficiencia de Boro en brotes en crecimiento. Fuente: Nutrient Management and Imbalances. Gent et al., usahops.org



Hierro (Fe): Las funciones de Fe están ligadas directamente a la fotosíntesis, forma parte de la molécula de clorofila junto con el magnesio y es fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno y fósforo. El hierro deja de estar disponible en el suelo con pH mayor a 6,5 (Gingrich et al., 1994), por lo tanto, el manejo del PH es fundamental para evitar deficiencias de este elemento. La deficiencia de hierro se presenta primero en las hojas jóvenes, las que desarrollan un color amarillento entre las venas, mientras que las propias venas permanecen verdes (HAPI, 2019).

Figura 57. Deficiencia de Hierro en hojas. Fuente: Nutrient Management and Imbalances. Gent et al., usahops.org



Manganeso (Mn): El Mn interviene en el proceso de fotosíntesis y es especialmente importante en la época reproductiva para fijar y sujetar los conos. Los síntomas de deficiencia de Mn son el amarillento de las hojas jóvenes y moteado blanco (Lizotte, 2018; HAPI 2019).

Zinc (Zn): El Zn es un elemento necesario para la síntesis de hormonas y el sistema enzimático, además, es utilizado para el crecimiento y producción óptima de conos. Los niveles óptimos de zinc en el suelo deben ser de 1,0-3,0 ppm (Lizotte et al., 2020). Se recomienda fertilizar con dosis entre 3,3 a 4,4 kg por hectárea, aplicando el nutriente por banda (HAPI, 2019).

Figura 58. Deficiencia de Zn en hojas maduras. Fuente: Nutrient Management and Imbalances. Gent et al., usahops.org



6. Enfermedades y plagas

6.1 Enfermedades

Dentro de los factores que limitan la producción de lúpulo a nivel mundial se encuentran las enfermedades fúngicas, siendo mildiú (*Pseudoperonospora humuli*) la que causa las mayores pérdidas en las explotaciones comerciales. Otras enfermedades importantes son oídio (*Podosphaera macularis*), botritis (*Botrytis cinerea*), fusariosis (*Fusarium* sp.) y Verticilium (*Verticilium* sp.) (Johnson et al., 2009; Mahaffee et al., 2009; Radisek, 2009; Gent et al., 2012).

Mildiú o mildiú veloso, es causado por el patógeno Oomycete *Pseudoperonospora humuli*, es una enfermedad importante en la mayoría de las regiones de producción de lúpulo en el hemisferio norte y también en Argentina (Pérez et al., 2003 citado por Iglesias, 2017). En trabajos previos, se ha observado que la enfermedad se presenta durante toda la temporada de crecimiento, alcanzando porcentajes de incidencia superiores 90%.

Los cultivares relativamente resistentes al mildiú veloso incluyen: Cascade, Fuggle, Perle, Tettnanger y Willamette, entre otros (Johnson et al., 2009). Algunas de las condiciones climáticas que predisponen esta enfermedad son suelos húmedos con escaso drenaje, lluvias fuertes (entre 15 a 30 mm al día), con humedad relativa sobre 90% y temperatura entre 15 a 20°C (Gent et al., 2009; Briceño et al., 2017).

En cuanto al ciclo de la enfermedad del mildiú, inverna en las yemas latentes o coronas y se pueden movilizar hacia la base del brote en primavera. La infección primaria ocurre en las yemas de la corona, en los brotes, en la formación de hojas y en las guías trepadoras lo que conlleva a detener el crecimiento (Briceño e Iglesias, 2017). A partir de esto se produce la infección secundaria, en ramas laterales y en las inflorescencias, en consecuencia, genera aborto floral. El patógeno se vuelve sistémico al llegar a la etapa final de crecimiento del lúpulo en donde, se mueve al interior de la planta hasta llegar a la corona y yemas latentes (Lizotte et al., 2018).

Los síntomas incluyen puntas de crecimiento distorsionadas y no desarrolladas. En el haz de las hojas se observa la aparición de un halo de color verde amarillento, la infección puede recorrer las venas primarias de la hoja o presentarse como lesiones angulares. En el envés, especialmente cuando las condiciones son de alta humedad relativa (>90%), se observa una esporulación grisácea. Al realizar preparaciones microscópicas se observan esporangióforos ramificados oscuros, con esporangios elipsoidales de color marrón violáceo (Briceño e Iglesias, 2017). Cuando la infección es sistémica se observan brotes deformes que no logran escalar el tutor, entrenudos cortos, ramas laterales con distancia reducida entre los verticilos y clorosis foliar (Ten y Gehring, 2015 citado por Iglesias, 2017; Lizotte et al., 2018).



Figura 59. Síntomas sistémicos de mildiú, brotes cloróticos y deformes al inicio de la brotación.



Figura 60. Síntomas de manchas cloróticas en el haz y esporulación grisácea en el envés, correspondientes a mildiú del lúpulo.



Figura 61. Clorosis y necrosis en hojas de lúpulo, causado por mildiú.



Figura 62. Síntomas de mildiú en los conos, comienza como pequeñas manchas necróticas y puede llegar a afectar la totalidad de las escamas. Desarrolla esporulación bajo condiciones altas de humedad.

Control: Se puede aplicar oxiclورو de cobre al 0.5% antes de plantar los rizomas. En primavera realizar un tratamiento preventivo con fungicida sistémico (benalaxil + mancozeb o cimoxanilo + propineb), en la aparición de síntomas utilizar un fungicida de contacto (cobre, oxadixil + diclofluanida) o en veranos lluviosos aplicar sulfato de cobre para el control de mildiú, mientras que los compuestos de azufre son más efectivos contra el oídio (Kuepper, 2012). Los periodos críticos de aplicación son en formación de guías trepadoras, desarrollo de ramas laterales, durante la floración y formación de conos jóvenes antes que las brácteas se cierren. Se puede aplicar fungicidas como quinoxifen, fluopiram y/o flutriafol mientras los conos están inmaduros (Gent, 2019).

Dentro de las prácticas culturales recomendadas tenemos la selección de variedades resistentes, utilización de material sano de vivero, saneamiento de los brotes o eliminar plantas infectadas, poda de primavera (se realiza de forma mecánica o manual cortando los vástagos), eliminar el follaje basal de la planta a una altura de 1,5 metro al término de la primavera y/o en post floración para mejorar el flujo de aire. En caso de un dosel denso, con sombra, húmedo y con tasas de crecimiento rápido, se reduce el número de brotes por planta y se evita el exceso de fertilización nitrogenada. El uso de riego por goteo en lugar de riego por aspersión también ayudará a mantener al patógeno controlado (Kuepper, 2012; Lizotte, 2018; Gent, 2019).

Oídio o mildiú polvoriento, es causado por el patógeno *Podosphaera macularis* (sin. *Sphaerotheca humulis*). Las condiciones ambientales predisponentes para la producción de conidias son temperaturas entre 15°C a 22°C y humedad relativa sobre el 50%. El mayor riesgo se produce durante los meses calurosos de verano después de cada riego por aspersión o de altas precipitaciones (Bañon, 2013; Iglesias, 2017). Se puede encontrar en la misma planta oídio y mildiú simultáneamente (Lizotte, 2018).

Ciclo de la enfermedad: *Podosphaera macularis* en primavera se puede encontrar en dos formas, la primera como colonias blancas en las hojas cercanas del suelo o como micelio que sofoca a los brotes basales jóvenes cuyo crecimiento suele retrasarse (Liyanage y Royle, 1976). El patógeno inverna de forma sexual como cleistotecio en conos, hojas, yemas infectadas, en el suelo, malezas, y las conidias son transportadas por el viento causando sucesivas infecciones durante la temporada (Bañon, 2013; Lizotte, 2018).

Síntomas: La infección causa una capa blanquecina circular y polvorienta sobre el haz de las hojas o en conos, las “guías trepadoras” o “tallo bandera” aparecen blancos en primavera al igual que los brotes o en cualquier tejido verde y quedando estos totalmente deteriorados (Gent et al., 2006; Iglesias, 2017; Lizotte, 2018). Cuando el hongo se extiende en los conos, se produce deformación con colores pardos y los tejidos mueren sin presentar la esporulación blanca (Liyanage y Royle, 1976). En post cosecha una vez secos los conos se ven descoloridos (Bañon, 2013).

Control: Selección de variedades resistentes tales como Newport, Nugget, Cascade y Liberty, conseguir material de plantación sano, eliminar totalmente brotes infectados durante la poda inicial, eliminar el follaje basal de la planta a una altura de un metro de forma manual o con herbicida de contacto y aplicación de fungicida como quinoxifen (Bañon, 2013; Lizotte, 2018).

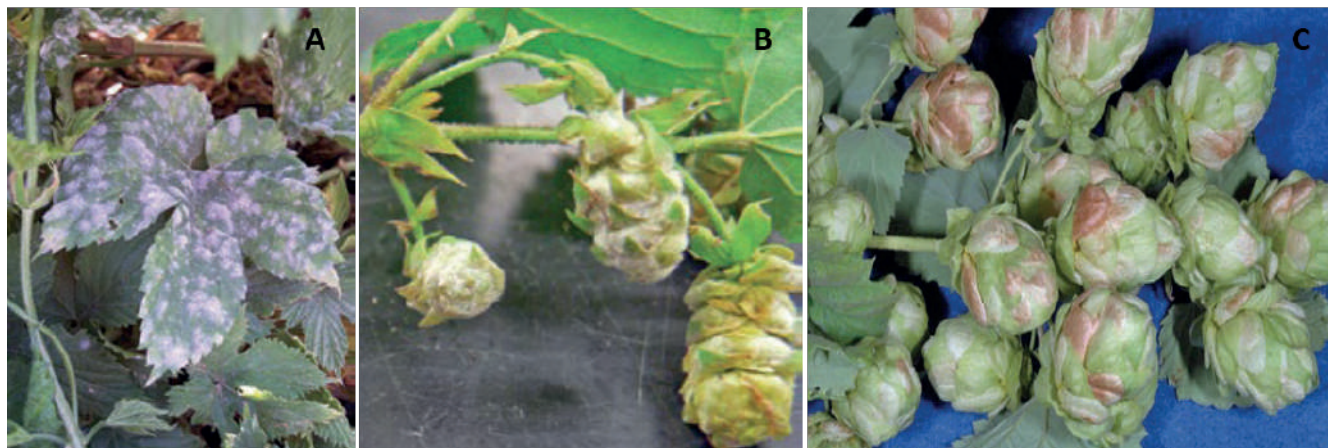


Figura 63. Hoja con colonias blancas y redondas (A), Conos infectado con micelio blanquecino (B), Conos pardos sin el cuerpo vegetativo (C). Fuente: Lizotte et al., 2018.

Otras enfermedades fúngicas son *Botrytis* sp., *Verticillium* sp. y *Fusarium* sp. estos patógenos atacan cuando las condiciones predisponentes son beneficiosas ya sea, temperatura entre 15 – 22°C y alta humedad relativa (entre 85-90%).

Botrytis sp. puede atacar las hojas e inflorescencias y se puede observar un moho grisáceo en la superficie de éstas.

También este cultivo puede ser atacado por *Verticillium* sp., que produce marchitez de la planta, ya que se moviliza por el xilema afectando el transporte de agua. Por otro lado, *Fusarium* sp., genera marchitez en las plantas trepadora, debido a que entre la corona y la base del tallo se hincha y la planta cae (Ten y Gehring, 2015 citado por Iglesias, 2017).



Figura 64. Conos a cosecha con daño severo por mildiú y ataque de otros patógenos. Al aislar aparece abundantemente *Botrytis* sp. y *Alternaria* sp.

6.2 Plagas

A nivel mundial las principales plagas que afectan al cultivo de lúpulo es el pulgón del lúpulo (*Phorodon humuli*) y la araña bimaclada (*Tetranychus urticae*) (Gent et al., 2009).

Pulgón del lúpulo: *Phorodon humuli* es un insecto homóptero con forma de pera y de color verde amarillento, el abdomen está marcado con tres franjas longitudinales de color verde oscuro, con un tamaño de 1 a 2 mm. Presenta un ciclo dioico (necesita dos hospedadores: primario y secundario), holocíclico (presenta una generación gámica, además de las hembras partenogenéticas) y polífago (Lizotte, 2018; Gent et al., 2009).

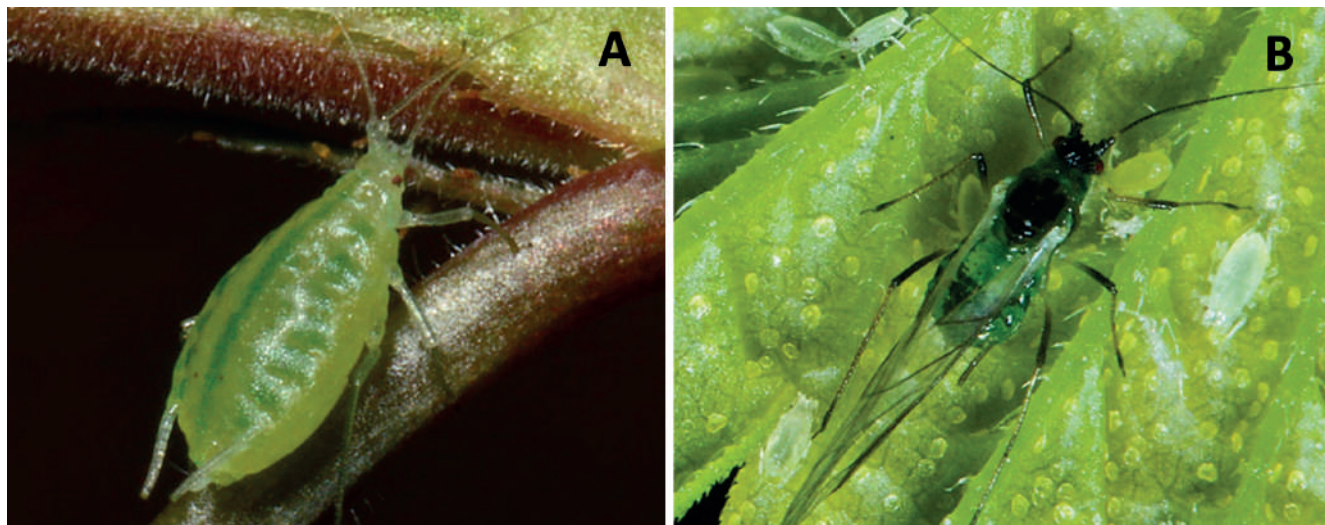


Figura 65. *Phorodon humuli* áptera (A) y con alas (B) (Blackman, 2008).



Figura 66. Pulgones en hojas y conos (Calderwood et al., 2015)

El ciclo de vida anual comienza en invierno con la eclosión de los huevos de hembras fundadoras ápteras partenogénicas, y se desarrolla sobre el hospedero primario del género *Prunus* tales como ciruelo (*Prunus avium*), melocotonero (*P. persica*), endrino (*P. spinosa*), ciruelo rojo (*P. pisardii*), al igual que las generaciones sucesivas de hembras partenogénicas vivíparas denominadas fundatrigenas. A finales de la primavera aparece la generación fundatrigenas aladas que emigran y colonizan el hospedador secundario estos son el lúpulo, lúpulo silvestre y la ortiga mayor (*Urtica dioica*) (Blackman, 2008). El vuelo se inicia a finales de verano con temperatura mínima de 13°C, aparecen las sexúparas y los machos alados, algunas de estas sexúparas junto con los machos realizarán el vuelo de reemigración hasta el hospedador primario, sobre el cual nacen y se desarrollan las ovíparas ápteras (hijas de las mencionadas sexúparas) que tras la cópula con los machos reemigrantes efectúan la puesta de los huevos en invierno (Lorenzana et al., 2006).

El pulgón es responsable de dos tipos de daños en la planta, los directos o indirectos. Los primeros daños directos se reúnen en el envés de las hojas jóvenes que se vuelven amarillas, quebradizas y rizadas debido a la permanente succión de fotoasimilados y a la inyección de saliva que realiza con los estiletes (Lorenzana et al., 2006). En los conos, los pulgones suelen encontrarse sobre todo en la base y en la parte superior de las brácteas. El cono termina por atrofiarse y volverse de color marrón (Bañón, 2013). Se considera daño indirecto la aparición de fumagina sobre la melaza que desprende el pulgón en las hojas y la transmisión de distintas virosis tales como American hop latent virus, Hop latent virus y Hop mosaic virus (Blackman, 2008).

Monitoreo y control: En el marco de una estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP), lo primero que hay que hacer es determinar el número de individuos presentes en nuestro cultivo, haciendo un monitoreo o revisión semanal observando las hojas y conos. Existen distintos umbrales de intervención, en Estados Unidos el primer tratamiento se aplica al observar 15-20 pulgones/hoja durante los meses de junio o julio o, si se observan muchos depredadores del pulgón durante estas fechas, esperar a que haya 25-30 pulgones/hoja, mientras en Alemania se recomienda el primer tratamiento con 50-100 pulgones/hoja a finales de junio o principios de julio (Rossbauer, 1983 citado por Lorenzana et al., 2006). Aplicar a principio de la temporada de vuelo insecticidas sistémicos (ej. imidacloprid), jabón nicotinado, jabón potásico con aceite de neem, trampas amarillas, salicilato de metil o feromona sexual que atraen a los pulgones que vuelan (Anayan, 2001). En cuanto al control biológico, los principales depredadores son los Coccinellidae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Anthocoridae, Geocoridae y Nabidae (Campbell y Cone, 2001).

Araña bimaculada: *Tetranychus urticae*, es un acaro polífago observable con dificultad a simple vista, la hembra adulta alcanza los 0,5 mm y el macho 0,3 mm con cuerpo en forma ovalada y cuatro pares de patas. Su cuerpo es velludo con dos manchas negras en el abdomen (Lizotte, 2018). Las condiciones ambientales predisponentes son temperatura entre 23 y 30°C y humedad relativa inferior a 50% (INRA, 2012 citado por Bañon, 2013).

Presentan una gran cantidad de generaciones en la temporada. El ciclo de vida de *Tetranychus urticae* presenta cinco estadios de desarrollo, huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Los huevos ovipositados en el envés de las hojas tienen un cuerpo esférico, hialino con color blanco. Posterior se torna de un color amarillento con dos puntos de color rojo que corresponden a los ocelos de la larva a emerger (Magadan 2011). La larva tiene tres pares de patas, son de color cristalino y a medida que se va alimentando cambia de color de amarillento a verde y luego entra en un periodo de quiescencia. El primer y segundo par de apéndices están proyectando hacia adelante, y el tercero proyectado hacia atrás. La protoninfa es de color crema, con cuatro pares de apéndices locomotores y sus respectivas dos manchas en el cuerpo cercano a la cabeza, entra en un estado de quiescencia para pasar a un estado de ninfa o bien dar origen al macho adulto. El estado deutoninfa con cuatro pares de patas con forma globosa y de color crema, el par de manchas son más evidentes (Bañon, 2013; Garcia, 2018; Lizotte, 2018). Las larvas, las ninfas y los adultos causan daños en las plantas huéspedes debido a que se alimentan de la savia. Los daños en el envés de las hojas se manifiestan mediante la aparición de pequeños puntos de color claro que se extienden desde los nervios hasta el borde. En cambio, los daños en las flores son la aparición de pequeñas manchas marrones seguidas de una decoloración intensa con los conos secos, frágiles y rojizos (Magadan, 2011). Las ninfas y adultos tejen telarañas sobre el envés de la hoja, en las que viven los ácaros (Bañon, 2013).

Las ninfas y adultos se alimentan de varias partes de la planta, principalmente del envés de las hojas y flores. Debido a su aparato bucal raspador-chupador, el daño se evidencia como perforaciones o punteado en los tejidos, resultando en un bronceado de los tejidos que va a causar una reducción importante de la fotosíntesis de la planta, la cual si la densidad de la plaga es muy alta provocará la disminución de la calidad y rendimiento del cultivo.

Monitoreo y control: En el marco de una estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP), lo primero que hay que hacer es determinar el número de individuos presentes en nuestro cultivo, haciendo un monitoreo o revisión semanal observando las hojas y conos. Para esto, se eligen al azar o en una distribución en zig-zig 20 plantas, y en cada planta observamos cinco hojas, donde observamos con la ayuda de una lupa de campo (aumento mínimo de 30 X) la presencia de huevos y formas móviles (ninfas o arañas adultas).

Se recomienda aplicar un insecticida sistémico de aplicación foliar ya sea con amitraz + tetradifon + ometoato para controlar huevos y estados inmaduros (Magadan, 2011). Por otro lado, el Clorfenapir mostró ser más efectivo en el control de *T. urticae* (Vásquez, 2009). En cuanto al controlador biológico más utilizado a nivel mundial es el ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* (Novoa, 2009).



Figura 67. Presencia de ataque en hojas (a), estadios de huevo, larva y ninfas (b) y estado adulto (c). Fotos: Briceño, 2021; Calderwood et al., 2015.

7. Manejo agronómico

Establecimiento del cultivo y marco de plantación

El establecimiento del lúpulo requiere la construcción de una estructura formada por postes y alambres, que permitiendo a las plantas su crecimiento en altura, dado que es una especie trepadora (Kneen, 2004). Los postes que soportan la estructura pueden ser de madera, fierro o cemento; éstos sirven de sujeción a una red de alambres utilizados para amarrar los tutores que guían las plantas en su crecimiento (Figura 68).

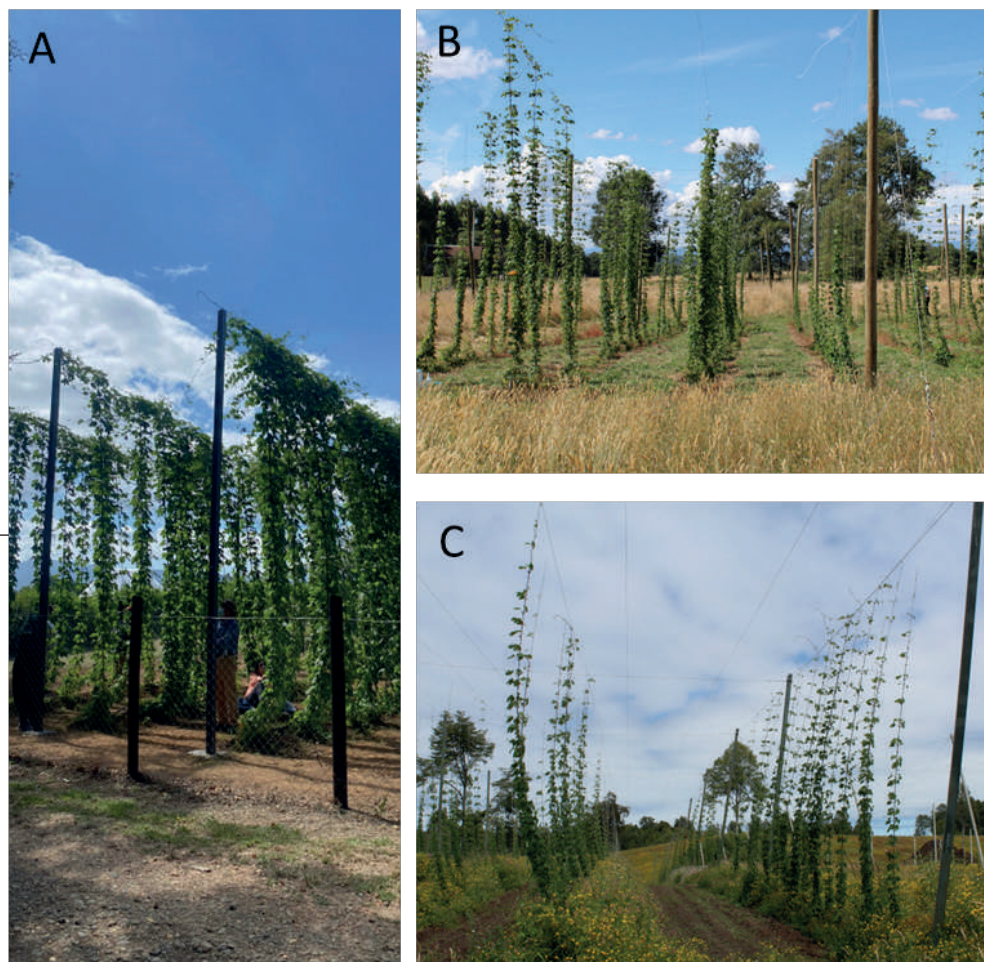


Figura 68. Patios de lúpulo de la región de los Ríos contruidos con diferentes materiales. A. Patio Estación Experimental Agropecuaria Austral de la UACH, construido con postes de fierro. B. Patio sector Vivanco y CIC de Máfil, contruidos con poster de madera. C. Patio Lúpulos Hueimen, contruidos con postes de cemento.

La elección de los materiales depende de la relación costo/duración. Los postes de pino impregnado tienen una duración de 20 años aproximadamente, por lo cual se puede proyectar la construcción de un patio a largo plazo con este material. Los postes de cemento tienen una duración ilimitada, pero el costo puede ser varias veces mayor que el poste de madera.

Existen estructuras de 3, 6 y 7 m de alto, el primero es adaptado para variedades enanas, se practica en latitudes elevadas mayores a 45° para evitar el sombreamiento, reduce los costos en un 30%, pero también se reduce el rendimiento en un 25%. Las estructuras de 6 y 7 m son comunes dentro de los productores comerciales, obteniendo altas producciones, los inconvenientes son la mano de obra y maquinaria especializada que se necesita para el manejo del cultivo y la cosecha (Bañón, 2013; Dodds, 2017; Kneen, 2004).

En las plantaciones a gran escala se los postes se instalan cada 12 metros, habiendo tres hileras de plantas entre dos postes consecutivos. Los postes del borde externo del patio se ponen inclinados y atados a anclajes de hormigón que van enterrados para soportar el peso de la planta (Figura 69). Los postes son atados con alambres en el sentido de las hileras de las plantas y en sentido transversal. Además, en la base llevan un alambre que permite amarrar los tutores desde el suelo a la alambrada superior (Bañón, 2013).



Figura 69. Patio de lúpulo de 6 m de altura con la distribución de postes, cableado y alambrado. Imagen extraída de "Hops: a guide for new growers" por Dodds (2017).

Los patios con postes de madera son adecuados para una inversión en superficies menores. En la Región de los Ríos se establecieron dos patios utilizando para la estructura postes impregnados de madera de pino de 6 metros, de acuerdo con el diseño de la Figura 70. Esta estructura considera callos algo más estrechas (2,2 m) que patios de mayor superficie, puesto que está diseñado para el manejo con mano de obra familiar y la distancia entre plantas sobre la hilera fue de 1 metro. Los postes están separados a 12 m en el sentido de las hileras del cultivo y a 6,6 m en el sentido opuesto.

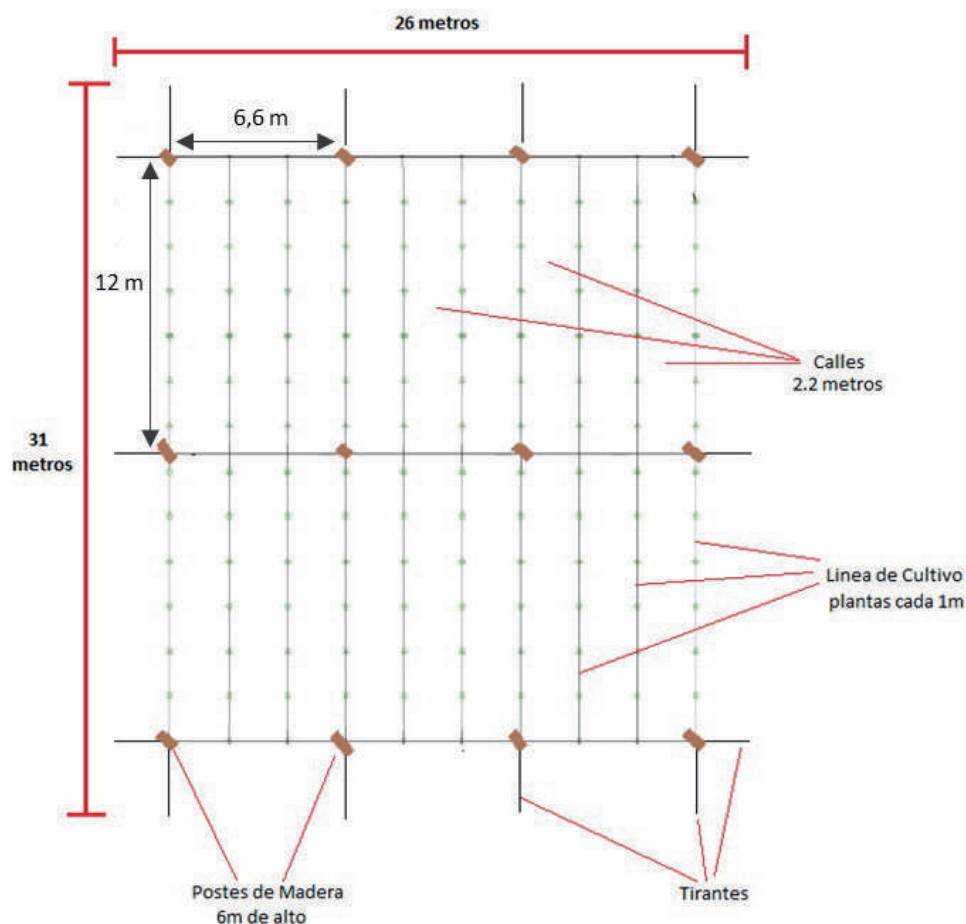


Figura 70. Diseño de patio de lúpulo de una superficie total de 806 m² y una superficie plantada de 572 m² (26 x 22 metros), construido con postes de pino impregnado y alambre, en el CIC de Máfil y sector Vivanco, en la región de los Ríos.

El sistema de tutores utilizado en la producción mundial es el modo V-trellis y en menor cantidad el “simple o sencillo” (Figura 71). El modo de conducción “simple” las plantas trepan en un único plano vertical limitado por el alambre superior, en cambio el modo V-trellis las plantas trepan en 2 planos porque arriba van 2 alambres paralelos a la línea de las plantas separadas entre sí a 1,2 o 1,5 m. Este último modo de conducción presenta la ventaja de aprovechar mejor la radiación dada la mayor superficie de exposición (Magadan, 2011; Bañon, 2013; Dodds, 2017). El modo “simple” es sencillo y requiere menor mano de obra, en comparación al modo V-trellis es un sistema que requiere mayor demanda en mano de obra (Bañon, 2013).

A nivel mundial se utiliza un modo de conducción de forma V-trellis, con cosecha mecanizada y a una altura de tutores de 5 m en las variedades de Cascade y Chinook en Batlow, Nueva Gales del sur, también en Australia, con una separación entre hileras de 2 m y sobre hilera de 1 a 2 m y en Nueva Zelanda, con un espacio entre hilera de 2,5 m. (Dodds, 2017). Los productores comerciales de Washington en Estados Unidos utilizan un modo V-trellis, con altura de 6 m y un espaciado entre hileras de 3,5 a 4 m.

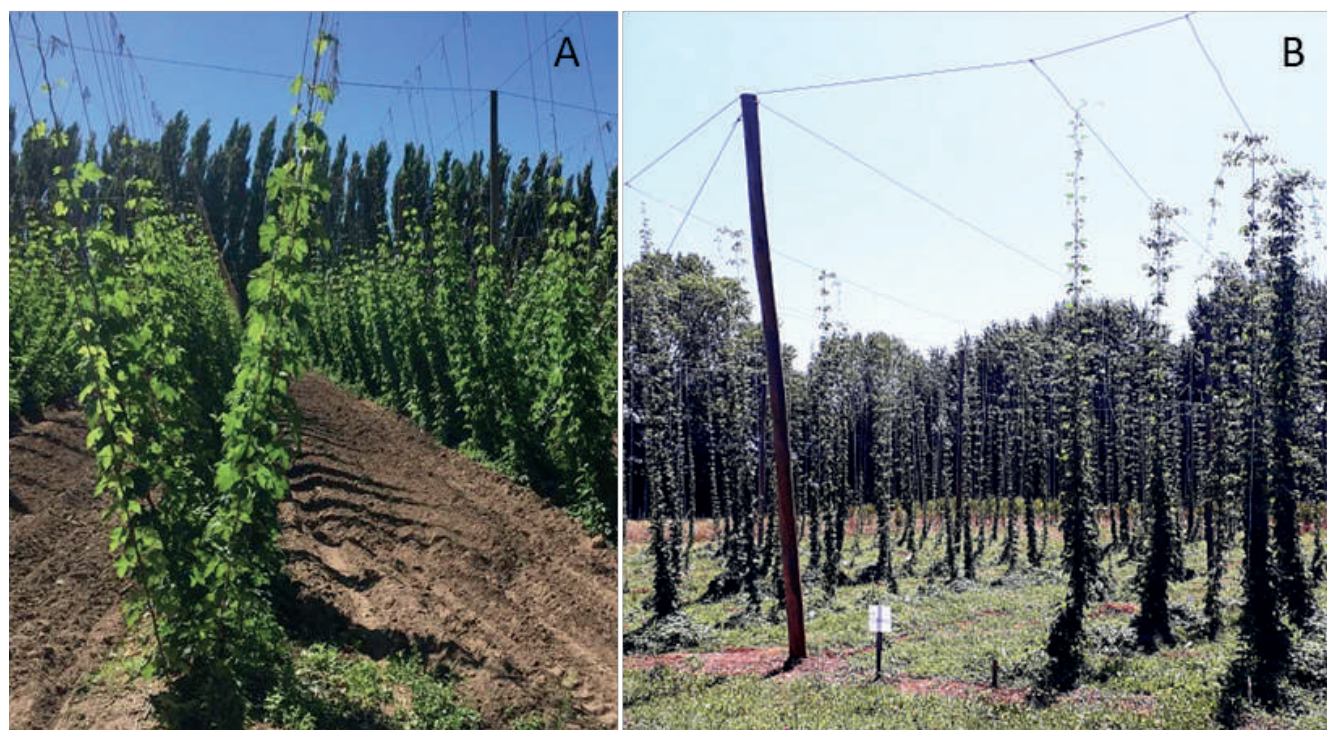


Figura 71. Modo de conducción V-trellis en Alto Valle, Argentina (A). Modo de conducción simple en patio del CIC de Máfil, región de los Ríos.

El espaciamiento óptimo a utilizar entre plantas depende del número y la longitud de las ramas laterales de cada variedad, es por esto que no existe una regla estricta para determinar la distancia de plantación. A continuación, se presenta una tabla con el espaciamiento y sistemas de conducción típicos de varios países.

Tabla 8. Sistema de conducción y marco de plantación en distintos países productores.

País	Región	Sistema de conducción	Distancia entre hilera (m)	Distancia sobre hilera (m)
Alemania	Hallertau	V-trellis	3,2	1,3 – 1,7
Estados Unidos	Washington	V-trellis	4,0	0,9
República Checa	Auschwitz	V-trellis	3,0	1,0
Reino Unido	Birmingham	Low 2D trellis	2,5	0,6 – 0,9
Nueva Zelanda	Nelson	V-trellis	2,5	1,2

Preparación de suelo y plantación

Previo a la plantación se deben realizar labores de preparación profunda de suelo en ocasiones con maquinaria pesada para favorecer el desarrollo de las raíces de lúpulo en los primeros 90 cm, realizar las enmiendas de pH o fertilización y si es necesario nivelar terreno. Para obtener un buen resultado del trabajo con maquinaria, el suelo debe estar en una condición friable (Magadan, 2011; Bañon, 2013). En la zona sur de Chile, suelos de tipos trumaos no presentan limitaciones en general, para el crecimiento de las raíces del lúpulo, por lo tanto, la preparación de suelo con arado de inversión suele ser suficiente.

La plantación del lúpulo se realiza a inicios de primavera, cuando los rizomas cosechados ya han emitido las primeras raicillas. Esto permite que se obtenga un alto porcentaje de sobrevivencia de los rizomas y brotación en la temporada de plantación. Los rizomas deben ser seleccionados y plantados a una profundidad aproximada de 10 cm en un hoyo de plantación realizado previamente a la distancia de plantación pre-establecida en el diseño del patio. Se puede poner más de un rizoma por hoyo de plantación para asegurar su establecimiento y las yemas deben quedar hacia arriba.



Figura 72. Plantación lúpulo a partir de rizomas. a) corona de la planta de lúpulo, b) extracción de rizomas desde la corona y c) rizomas preparados para la plantación.

La plantación de rizomas se puede realizar en cuadro o en distribución a tresbolillo, el marco de plantación varia en 1,5 a 2,5 m. La plantación a tresbolillo ocupa los vértices de un triángulo equilátero, tiene la ventaja de que las plantas están más expuestas al aire, a la luz y caben más plantas por superficie en comparación al marco real (Escauriaza, 1947). También se recomienda aumentar la separación de las entre hileras a medida que las condiciones edafoclimáticas sean desfavorables (suelo, fertilidad, pendiente y del clima). El sistema de plantación en tres bolillos es factible en patios de cosecha manual. La tabla 9 muestra el número de plantas totales por hectárea en ambos sistemas de plantación.

Tabla 9. Separación entre hilera y número de plantas según el tipo de marco de plantación.

Entre hilera (m)	Marco real (plantas/hectárea)	Tresbolillo (plantas/hectárea)
1,50	4.444	5.132
1,75	3.267	3.773
2,00	2.500	2.886
2,50	1.600	1.847

Elaboración propia con datos extraídos del cultivo de lúpulo, Escauriaza (1947).

También es posible establecer plantas a partir de macetas, pero el proceso de establecimiento será más lento debido a que estas no han formado aún los rizomas que es la estructura de almacenamiento de reservas que permite la sobrevivencia invernal de la planta y la brotación en la siguiente primavera.



Figura 73. Plantación lúpulo a partir de plantas en macetas. a) Plantas de lúpulo, b) perforación de acuerdo con el marco de plantación, c) retiro de la bolsa de plástico, d-e-f) plantación y tapado del hoyo de plantación.

Corrección de pH y fertilización

Para determinar las dosis de fertilización y encalado se requiere de un análisis químico de suelo que incluya pH, materia orgánica, macro y micronutrientes. La muestra de suelo se debe tomar en los primeros 15 cm y muestras de subsuelo entre los 15-90 cm debido a que el lúpulo posee un sistema radicular profundo (Magadan, 2011).

La corrección de pH se realiza en el periodo de receso vegetativo del lúpulo en dosis que permitan ajustar el pH a un nivel entre 6,0 a 6,5. Las dosis de carbonato de calcio recomendadas dependen del pH inicial y el porcentaje de saturación de aluminio y puede calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Kg \text{ CaCO}_3 \text{ ha}^{-1} = \frac{(\text{pH a alcanzar} - \text{pH inicial})}{\text{Poder tampón}} * 1000$$

El poder tampón en los suelos típicos del sur de Chile a utilizar en el cálculo son 0,15 para un suelo Trumao, 0,12 para un suelo de transición, 0,11 para un suelo rojo arcilloso y 0,096 para un Ñadi.



Figura 74. Aplicación de Cal y fertilizantes en la hilera de Plantación, Patio de Lúpulo CIC de Máfil.

En el momento de la corrección de pH es posible aplicar también los macros y micronutrientes que demande el cultivo. El fósforo es un elemento importante para el desarrollo de raíces al inicio del ciclo del cultivo (primavera), zinc y boro son elementos muy importantes al inicio de la brotación. El nitrógeno es clave durante el crecimiento vegetativo, debido a la alta tasa de acumulación de biomasa de las plantas de lúpulo, pero su disponibilidad debe ser controlada en la etapa de maduración de los conos (Kemme, 2016).

Las dosis de fertilización deben ser calculadas teniendo en cuenta el rendimiento esperado y el requerimiento interno de cada nutriente en las hojas de lúpulo. Valores de requerimientos promedio de cada elemento por ha fueron indicados en la sección 5 de este manual. Los rangos óptimos de nutrientes en el suelo para satisfacer las demandas del cultivo del lúpulo no han sido determinados para todos los elementos, sin embargo, los valores existentes están informados en la Tabla 10. Como ejemplo, se presentan los valores de análisis de suelo de dos patios establecidos en la región de los Ríos, uno en el Centro de Innovación Colaborativa de Máfil y otro en el sector Vivanco, comuna de Río Bueno. Los rangos óptimos y las dosis de nutrientes a aplicar fueron calculados utilizando el método de fertilización razonada (Rodríguez, 1993):

Tabla 10. Principales características del suelo en el CIC de Máfil e hijuela N°5, sector Vivanco, comuna de Río Bueno, donde fueron establecidos los patios de lúpulo del plan de zonificación edafoclimática de este cultivo. La tabla contiene los rangos óptimos en el suelo descritos en la literatura y la dosis aplicada en cada patio, calculada con el método de fertilización razonada.

Variable	Máfil	Vivanco	Rangos óptimos	Dosis aplicada por hectárea Máfil/Vivanco
Pendiente (%)	1	3	1-5	-
Textura	FI	FI	a-FA	-
Drenaje	Bueno	Imperfecto		-
Salinidad (DS/m)	< 2	< 2	n/d	-
Pedregosidad (%)	< 5	Sin		-
Profundidad (cm)	> 100	80-100	100	-
pH en agua	5,7	5,7	6-6,5	120 Kg CaCO ₃
Materia orgánica (%)	16	12	n/d	-
N Mineral (mg/kg)	11,2	8	n/d	200/220 Kg N
P-Olsen (mg/kg)	12,9	4	40-60	90 ¹ /320 Kg P ₂ O ₅
Potasio (mg/kg)	262	70	>40	45 ¹ /90 ¹ Kg KCl
Azufre (mg/kg)	15,4	1,94	n/d	-
Sodio (cmol+/kg)	0,13	0,17	n/d	-
Calcio (cmol+/kg)	5,24	2,55	n/d	-
Magnesio (cmol+/kg)	1,3	0,54	n/d	-
Suma de bases (cmol+/kg)	7,34	3,4	n/d	-
Aluminio (cmol+/kg)	0,02	0,17	<0.25	-
CICE (cmol+/kg)	7,26	3,6	n/d	-
Saturación de Aluminio (%)	0,2	4,7	0-10	-

¹Corresponden a dosis de mantención, ya que, el suministro de P y K en el suelo era suficiente, de acuerdo con el cálculo de fertilización razonada. Los cálculos se realizaron utilizando un rendimiento estimado de 1125 Kg de conos secos /ha (0,5 Kg de cono seco por planta) y los siguientes requerimientos internos: N=2,8, P=0,41 y K=0,83. Cabe señalar que a pesar de que el valor de referencia de P en el suelo es mayor que el registrado en los patios de Vivanco y Máfil, el cálculo utilizando la fertilización razonada indica un suministro suficiente de este elemento para el cultivo de lúpulo.

Dado que la distancia entre hileras y plantas sobre la hilera es amplia, se recomienda aplicar los fertilizantes en la línea de plantación. El nitrógeno se aplica parcializado, la primera dosis de 60% como nitrato de amonio durante la poda y la segunda de 40% como nitrato cuando la planta alcance el 50% de su altura total, o durante la formación de laterales (Bañon, 2013; Laboski y Baxter, 2017). El P y K se aplican previo a la brotación.

En la segunda temporada de crecimiento del cultivo de lúpulo se realizó un análisis foliar en los patios experimentales del estudio de zonificación de Máfil y Vivanco, y se utilizó como referencia hojas de los mismos genotipos de Lúpulos Hueimen. Esto, con el objetivo de detectar posibles deficiencias nutricionales asociadas a macro o micronutrientes. Los análisis mostraron contenidos inferiores a los valores de referencia en Fósforo y Zinc, y un menor contenido de Azufre en el patio de Vivanco, en todos los genotipos y en Máfil en los ecotipos Ranco y Río Bueno. Esta información puede ser de utilidad para los productores sobre posibles deficiencias que pudieran presentar los lúpulos en los suelos de la región de los Ríos.

Tabla 11. Contenido de macro y micronutrientes en hojas de lúpulo colectadas en cultivos de lúpulo de la empresa Hueimen, y los patios experimentales de Máfil y Vivanco. Las muestras de hojas fueron obtenidas durante los estados fenológicos señalados en la tabla 3, para cada ecotipo y localidad. Números en rojo indican valores por debajo del nivel de referencia

Ecotipo / Variedad Comercial	Patio de Lúpulo	Concentración de nutrientes											
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Cu	Zn	Mn	Al
		%						mg/kg					
Ranco	Hueimen	4,29	0,20	1,79	2,19	0,41	0,16	41,5	107	8,9	22,7	97	110
	Máfil	3,52	0,14	0,90	1,77	0,39	0,15	35,0	98	50	14,2	72	143
	Vivanco	3,67	0,19	1,64	1,59	0,35	0,14	24,3	89	5,9	18,2	105	103
La Unión	Hueimen	4,48	0,20	1,82	1,91	0,40	0,18	42,8	157	8,2	25,5	167	176
	Máfil	3,46	0,17	1,11	1,38	0,31	0,18	25,8	101	91	18,8	87	139
	Vivanco	3,04	0,13	1,47	1,96	0,40	0,10	34,1	78	7,3	18,7	54	78
Valdivia	Hueimen	4,37	0,19	1,80	1,57	0,45	0,18	38,3	94	7,9	22,2	93	102
	Máfil	3,67	0,20	1,23	1,45	0,36	0,19	34,0	95	145	19,3	91	123
	Vivanco	3,46	0,19	1,38	1,63	0,38	0,13	24,0	91	6,7	19,3	128	108
Río bueno	Máfil	3,75	0,15	1,02	1,79	0,38	0,15	33,5	97	73	16,5	89	135
	Vivanco	3,33	0,19	1,27	1,87	0,53	0,14	31,3	129	6,3	19,6	93	179
Tradition	Máfil	3,88	0,22	1,05	1,88	0,46	0,21	44,1	111	171	23,1	147	182
	Vivanco	3,43	0,18	1,65	1,44	0,40	0,13	33,0	85	4,4	16,4	163	104
Cascade	Máfil	4,13	0,20	1,16	1,81	0,46	0,20	46,8	118	143	21,6	80	186
	Vivanco	3,43	0,16	1,53	1,76	0,38	0,12	24,3	101	3,2	14,3	132	120
Valor de referencia		2,8	0,41	0,83	0,33	0,26	0,16	s/i	70	s/i	33,5	s/i	s/i

Valor de referencia extraídos de ASISAGRO, 2012 citado por Bañon, 2013. Valores en peso seco.
s/i: Sin información

Manejo de malezas

Las malezas compiten con el cultivo de lúpulo por los nutrientes y la humedad del suelo interfiriendo además en los manejos del cultivo. Por esta razón se debe realizar un manejo de malezas eficiente en la hilera de plantación y en la entre hilera o calles, que debido a su amplitud, tiene diferentes posibilidades de manejo.

En el medio oriente los patios de lúpulo mantienen la superficie de la entre hilera con una cobertura vegetal, lo que reduce la erosión del suelo, la compactación, mejora la infiltración de agua y genera un habitat para insectos benéficos (Bañón, 2013). El mulch también es un método utilizado para controlar las malezas, pues mantiene la humedad del suelo, mejora la aireación y la actividad microbiana; el mulch puede estar constituido de cualquier material (paja, desechos industriales ino cuos, materiales sintéticos etc.). Al establecer el mulch, se debe evitar cubrir la corona (cepa) de la planta de lúpulo, ya que esto puede generar un exceso de humedad en los tallos y predisponer la aparición de enfermedades como mildiu (Kuepper, 2012). El mulch, si es de paja, debe tener un grosor suficiente para evitar las pérdidas de agua por evaporación del suelo y evitar la emergencia de malezas. Otra alternativa, son los cultivos de cobertera que se utilizan para cubrir el suelo durante la temporada inactiva, controlar malezas, incorporar abonos verdes y realizar una acción alelopática (Kneen, 2004). Como cultivos de cobertera, se han utilizado centeno, trébol rojo, trigo sarraceno y avena, lo cuales tienen efectos alelopáticos para el control de malezas (Kuepper, 2012; Delahunty, 2015). El control mecánico, también es eficaz para controlar la población de malezas, sin embargo, sucesivas pasadas con maquinaria generan compactación del suelo, modificando su estructura y la capacidad de retención de agua, por lo cual es la practica menos recomendada. El control químico se realiza con herbicidas para uso en lúpulo y se puede utilizar en tanto pre como post emergencia (Gent, 2009). El control de malezas previo a la brotación o en las entre hileras del cultivo puede realizarse con algún herbicida de contacto no selectivo, cuidando no afectar la base de las plantas de lúpulo.

En general el manejo anual convencional inicia con la aplicación de un herbicida total en el patio durante el otoño, para reducir la aparición de malezas en la temporada de cultivo (Figura 75).



Figura 75. Patio de lúpulo, luego de la aplicación de herbicida de contacto, CIC de Máfil.

El control sobre la hilera en patios de tamaño pequeño como el de este estudio (600 m²) se realiza de forma manual, con azadón, evitando dañar la corona de la planta (Figuras 76). Una labor muy importante es la aporca de las plantas la cual permite controlar el crecimiento de las malezas en la base de las plantas y evita el corte o desgarre de las guías o parras desde la base de la corona. Además, permite conservar humedad en el suelo y hace que las guías que quedan bajo el suelo del camellón, formen rizomas que pueden ser utilizados para la propagación (reposición de plantas del patio o expansión de la superficie de cultivo).



Figura 76. Control de malezas sobre hilera en el patio de Máfil (A) y entre hilera en el patio de Vivanco (B) y el CIC de Máfil (C).

Por otra parte, entre la hilera se puede practicar el control de malezas manual con azadón o motocultivador, el corte de la cubierta vegetal o la aplicación de herbicida (Figura 77).



Figura 77. Control de malezas entre la hilera con herbicida, CIC de Máfil (A), corte de la cobertura vegetal entre la hilera en Vivanco (B), Control con motocultivador entre hilera, CIC de Máfil (C), corte de malezas con desbrozadora entre hilera (C y D).

Riego

El riego es indispensable en el cultivo del lúpulo, sobre todo en climas donde las precipitaciones no cubren las demandas del cultivo, o si estas no se distribuyen adecuadamente entre la etapa vegetativa y reproductiva. El sistema de riego por goteo es el más recomendado para el cultivo, ya que suministra agua a través de líneas que poseen emisores aplicando directo al suelo adyacente a la planta y con una eficiencia de uso de agua del 90% (Jackson, 2019). El manejo del riego durante el primer año no se realiza favoreciendo el desarrollo del sistema radicular. A partir del segundo año se instala el sistema de riego por goteo y se inicia cuando la planta ha alcanzado el alambre superior (Bañón, 2013), esto siempre y cuando las reservas de agua del suelo o precipitaciones sean suficientes para abastecer al cultivo que crece a una alta tasa (alcanza 5 o 6 metros de altura, en dos meses). Al respecto, Jackson (2019) indica que el 75-80% del agua que requiere el cultivo es consumido entre enero y febrero en el hemisferio sur, cuando está en el peak de su crecimiento. La cantidad de agua que demanda el cultivo de lúpulo durante toda la temporada es entre 610 a 712 mm de agua (George, 2001; Evans, 2003; Jackson, 2019). Otros autores sin embargo indican requerimientos de riego entre 400-500 mm (500 l/m²) utilizando riego gravitacional y 250 mm (250 l/m²) si se utiliza riego por goteo (Magadan et al., 2011).

Cuando no se cubren las necesidades de agua del cultivo, ocurre un estrés en la planta que puede traducirse en una disminución del vigor, detención del crecimiento, hojas quebradizas y en casos extremos marchitamiento del cultivo. Por el contrario, un exceso de agua puede causar lixiviación de nutrientes a través del suelo y condiciones de anoxia que propician pudriciones a nivel de la raíz por presencia de enfermedades (Nakawuka, 2017; Jackson, 2019).

En las condiciones del sur de Chile, es necesario contar con agua e infraestructura de riego para el cultivo del lúpulo, puesto que la mayor demanda de agua se produce en los meses de diciembre a febrero, cuando se reducen las precipitaciones. Los riegos deben ser más frecuentes cuando las plantas están en su primer año de establecimiento (2 veces por semana) y se pueden espaciar y hacer más profundos a partir del segundo año (1 vez por semana). En un huerto productivo el agua a aplicar mediante riego por goteo debería ser alrededor de 30 l/m² por semana, dependiendo de la demanda evaporativa (Figura 78).



Figura 78. Riego por goteo instalado en el patio de lúpulos del CIC de Máfil (A), Riego suplementario con manguera en el patio de Máfil (B), Riego por goteo en el patio de Vivanco (C).

Poda y entutorado

La poda o castrado se lleva a cabo al inicio del cultivo cuando se comienzan a desarrollar los brotes en la superficie del suelo. El objetivo de la poda es limitar el número de brotes, seleccionar los más vigorosos, retrasar la brotación para evitar que las heladas tardías puedan ocasionar la muerte temprana de los brotes tiernos y conseguir plantaciones con un desarrollo vegetativo uniforme (Bañón, 2013). La poda se efectúa al descalzar la parte de la cabeza o cepa, se eliminan los sarmientos del año anterior, los brotes o chupones de las entre hilera, raíces superficiales capaces de producir nuevos brotes y después se tapa la cepa aporcando la hilera (Escauriza 1947; Bañón, 2013). Se escogen tres a cinco brotes vigorosos, eliminando el resto, esta última operación se realiza nuevamente cuando aparecen los nuevos brotes rastreros o chupones, ya que debilitan la guía y los sarmientos pierden el vigor, la floración y el tamaño de los conos se reduce (Magadan, 2011; Bañón, 2013).



Figura 79. Castración o poda de guías de lúpulo iniciales, para favorecer el posterior crecimiento de aquellas con mayor vigor.

El entutorado es una labor recomendada a partir del segundo año de plantación. Consiste en guiar la planta a través de un tutor, que puede ser una cinta de nylon sujeta al entramado de alambre del patio de lúpulo, lo que le permite realizar su hábito trepador. Para entutorar primero se debe instalar un soporte a nivel del suelo y luego las cintas de nylon en el entramado de alambre. La conducción se realiza con los sarmientos vigorosos previamente seleccionados, los que se enroscan en el tutor en el sentido de las agujas del reloj (Figura 81) de abajo hacia arriba (Bañón, 2013).

Una manera de instalar las cintas en el alambrado del patio es a través de una herramienta llamada Pardalera (Figura 80 A y B), la cual permite desde el suelo, enganchar la cinta en el alambre y dejarla fija. También existen plataformas en altura que se adaptan a mecanismos móviles o camionetas y así alcanzar la altura del alambrado para fijar el tutor. Antes de sujetar los tutores cada año, se recomienda revisar y tensar los alambres que forman la estructura al patio de lúpulo, lo cual se puede realizar usando un tensor de línea (Figura 80 C y D). En plantaciones de mayor envergadura se utilizan tensores.

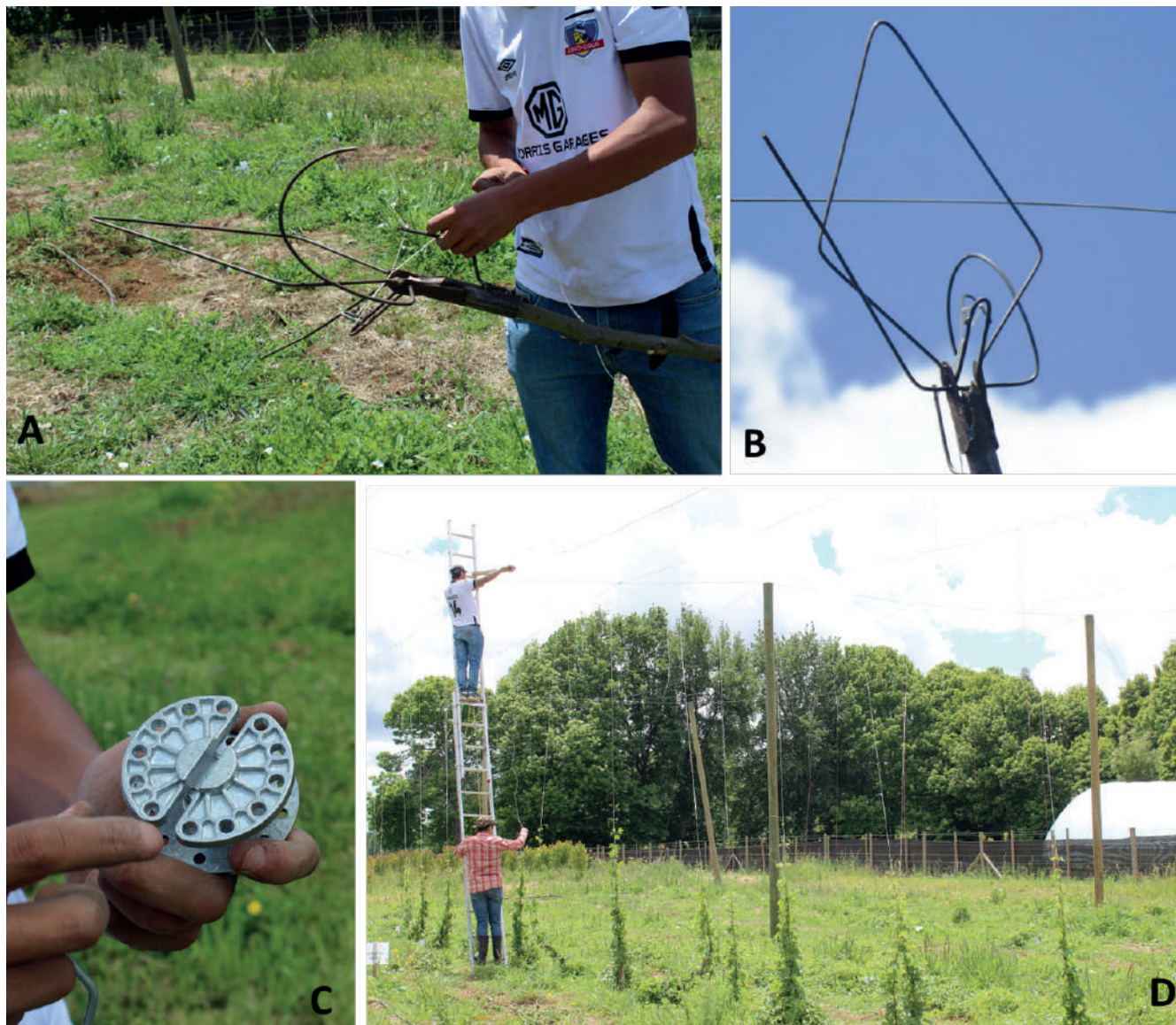


Figura 80. Instalación de tutores en el patio de lúpulo. Pardalera utilizada para enganchar los tutores en el alambrado (A), enganche del tutor al entramado de alambre sobre el patio de lúpulo (B), tensor de línea (C), tensado de los alambres del entramado del patio de lúpulo (D).



Figura 81. Secuencia de entutorado de las plantas de lúpulo en el patio del CIC de Máfil: se engancha la cinta de nylon en una estaca de alambre previamente instalada en la base de las plantas y luego, las guías seleccionadas se enrollan en el sentido del reloj, alrededor de la cinta de nylon.



Figura 82. Plantas entutoradas y en el estado de crecimiento longitudinal, CIC de Máfil (A), Vivanco (B).

Cuando los tallos se elevan por sobre los 3 m de altura, se realiza la poda en verde, cortando todos los brotes o chupones laterales que nacen desde el suelo (Escauriaza, 1947). Luego de que las plantas alcanzan su altura máxima se eliminan las hojas basales desde 1m de altura hacia la base. Esta labor se puede realizar mecánicamente a mano o con productos químicos autorizados de contacto para el cultivo del lúpulo. El deshojado favorece la floración, mejorar la aireación y disminuye la humedad en la base de la planta evitando la aparición de enfermedades (Escauriaza, 1947). Las hojas maduras basales son más propensas al ataque de hongos, por esta razón es importante su eliminación.



Figura 83. Plantas de lúpulo con la base deshojada, para mejorar la aireación, evitar la aparición de enfermedades y favorecer la floración.

8. Cosecha y postcosecha

El momento de cosecha en lúpulo ocurre hacia el final de la temporada estival. Los conos deben ir examinándose periódicamente, para determinar bien el momento de cosecha y así no afectar las cualidades del producto final tales como, el aroma y el sabor (Darby, Bruce y Lewins, 2017). Existen distintas formas de medir el momento de cosecha: i) por medio del contenido de materia seca de los conos, los que deben alcanzar entre 22 a 25%, ii) el aroma de los conos inmaduros tiene esencia a heno o hierba, mientras que los lúpulos demasiado maduros poseen notas a cebolla, azufre y ajo (Darby et al., 2017), iii) su humedad al tacto disminuye, al presionar los conos con la mano cerrando el puño, estos se sienten como papel iv) se pueden observar con un microscopio las glándulas de lupulina, al estar maduras son brillantes de color dorado con forma de bellota (Sharp, 2014).

La cosecha en patios de baja superficie puede realizarse manualmente, tirando cada tutor, los cuales, si son de cinta de plástico, se desprenden fácilmente al final de la temporada (Figura 84). Luego las guías son trasladadas hacia las dependencias donde se realice la separación de los conos, del resto de la Planta, de forma manual, o con una máquina que pela las plantas. La cosecha, se puede realizar también mecánicamente, en este caso, cosechadora mecánica que pasa a lo largo de las filas de plantas en el campo separando los conos y dejando las guías en la estructura de sostén (Figura 85).



Figura 84. Cosecha manual de lúpulo, cortando las plantas en la base y desprendiendo el tutor de la alambrada superior, para luego separar los conos del resto de la planta.



Figura 85. Cosecha mecanizada del cultivo del lúpulo: Corte y transporte de plantas <https://www.visiongourmet.com.ar/festival-de-la-cosecha-del-lupulo/> (A). Peladora de plantas de lúpulo <https://www.elbierzodigital.com/el-lupulo-el-cultivo-olvidado-en-el-bierzo/274035> (B y C), Cosechadora automática de plantas en campo <http://www.hoppingdowninkent.org.uk/dieout.php> (D).

La tabla 12 presenta un resumen del manejo agronómico general para los patios establecidos en la región de los Ríos, con una dimensión de 600 m².

Tabla 12. Manejo agronómico general para un patio de lúpulo de 600 m²

PRÁCTICA DE MANEJO	MES	PRODUCTO Y DOSIS	OBSERVACIONES
Control de malezas	JUNIO	Herbicida, i.a. Glifosato. Ej: Glifospec 130ml/12L	Aplicación con bomba de espalda a toda la superficie
Corrección de pH del suelo	AGOSTO	De acuerdo con la fórmula de corrección de pH. Referencia: Cal 120 Kg por patio	Aplicación sobre la hilera de plantación e incorporación con movimiento de suelo
Fertilización NPK	AGOSTO	De acuerdo con el análisis de suelo. Referencia: Mezcla NPK 15-30-15. 15 kg/patio	Se aplica 1,5 Kg de mezcla sobre cada hilera de plantación, incorpora al suelo con la aporca de suelo en la hilera de plantación
Control de Mildiú	SEPTIEMBRE	Fungicida preventivo de contacto: Oxidloruro de Cobre, 100g/patio	Aplicación en brotación. Se disuelven 100g de oxidloruro en 10 L de agua. Aplicación con bomba de espalda.
Control de malezas sobre la hilera y control de babosas	OCTUBRE		Limpieza manual con azadón sobre la hilera, debido a la presencia de babosas que se alimentan de los brotes de lúpulo. Al quedar la superficie del suelo expuesta, disminuye la presencia de babosas.
Poda de Plantas	OCTUBRE		Corte de primeros brotes de la planta que tienen escaso vigor
Control de Mildiú	OCTUBRE	Fungicida sistémico de acción preventiva y curativa: Ej: Metalaxil MZ 58 WP 50g/patio	Aplicación en brotes, ante la aparición de síntomas de Mildiú.
Entutorado	OCTUBRE		Se seleccionan 4-8 sarmientos de largo medio (1 m aprox.) para entutorar. Los restantes se podan sobre todo aquellos que salen fuera de la hilera de plantación
Control de Mildiú	NOVIEMBRE	Fungicida sistémico de acción preventiva y curativa: Ej: Metalaxil MZ 58 WP 50g/patio	Segunda dosis para el control de mildiú, recomendada 15 a 20 días después de la primera aplicación de fungicida sistémico
Control de malezas sobre la hilera	NOVIEMBRE		Limpieza manual con azadón, sobre la hilera
Control de malezas entre hileras	NOVIEMBRE	Herbicida, i.a. Glifosato. Ej: Glifospec 100ml/10L agua	La dosis indicada es para el patio completo. El producto se aplica cuidadosamente entre las hileras de plantas.
Fertilización N	DICIEMBRE	CAN 27, 10 Kg/patio	0,5 Kg fueron divididos y aplicados directamente en cada planta
Control de Mildiú	DICIEMBRE	Fungicida de acción translaminar y de contacto i.a. Mancozeb. Ej: Curzate 40g/patio	Aplicación ante la aparición de síntomas de mildiú
Riego	DICIEMBRE	20 litros/m ² por semana	Inicio de riego por cinta de acuerdo con la demanda evaporativa.
Control de Mildiú	ENERO	Fungicida de acción translaminar y de contacto i.a. Mancozeb. Ej: Curzate 40g/patio	Aplicación ante la aparición de síntomas de mildiú
Riego	ENERO	20 litros/m ² por semana	Inicio de riego por cinta de acuerdo con la demanda evaporativa.
Control de Mildiú	FEBRERO	Fungicida sistémico de acción preventiva y curativa: Ej: Metalaxil MZ 58 WP 50g/patio	Aplicación de fungicida sistémico, debido a la presencia de noches y mañanas muy húmedas, predisponentes para ataques de mildiú
Riego	FEBRERO	20 litros/m ² por semana	Inicio de riego por cinta de acuerdo con la demanda evaporativa.
Cosecha	MARZO		Los conos maduros deben verse de color verde brillante y sentirse secos al tacto, parecidos al papel. Las glándulas de lupulina dentro de los conos deben ser distinguibles, de color amarillo brillante y aromáticas.

La industria del lúpulo ha logrado dar valor agregado al producto final presentando distintos formatos. Estás van desde la flor fresca entera, flor pulverizada, peletizada, lúpulo en pasta y los aceites destilados de la flor. Cabe mencionar que el lúpulo peletizado conserva el aroma, el sabor y la calidad se estabiliza por mayor tiempo (Carvajal, 2000). A continuación, se describe las etapas del proceso de secado, acondicionamiento, molienda, peletizado (Type 90) y envasado de este producto.

1. Los conos deben ser secados para evitar la degradación de los compuestos que les otorgan características organolépticas particulares (Campbell y Pearson, 2018). Las flores recién cosechadas contienen entre un 75-80% y son secadas a 60°C hasta alcanzar 11 a 9% de humedad (Bañón, 2013). En otro estudio realizado por Chiera (1949) se señala que los conos pueden ser secados en horno a una temperatura de 45°C por 8 horas con aire forzado.
2. Los conos secos deben pasar por un periodo de acondicionamiento de varias horas, durante este periodo la humedad residual del raquis pasa a las brácteas logrando ganar entre un 1 a 2% de humedad (Sharp, 2014; Bañón, 2013).
3. Los conos secos son molidos hasta obtener el lúpulo en polvo, luego se debe comprimir para agrupar y reducir el volumen (Bañón, 2013).
4. El polvo de lúpulo pasa por la maquina peletizadora obteniendo los pellets. Los pellets tipo 90 es el más utilizado por la industria debido a que se obtienen rendimientos del 90% (Srečec et al., 2009) y conserva la composición de los conos de lúpulo en su forma natural.
5. El envasado se realiza con una máquina selladora al vacío, eliminando el aire por prensado manual o purgando con gas de nitrógeno seguido de la eliminación asistida por vacío (Campbell y Pearson, 2018). El lúpulo se envasa en bolsas de aluminio de tres capas que protegen a los pellets de la exposición a la humedad, el oxígeno, a la luz y a la temperatura que pueden afectar la calidad durante el almacenamiento (Bañón, 2013). Una vez empaquetado el producto final estos deben ser almacenados en un ambiente fresco, seco y oscuro. La conservación en cámaras de frío entre 1 a 5°C, es ideal para conservar los ácidos alfa por mayor tiempo (Roberts, 2016; Campbell y Pearson, 2018). En seis meses de almacenamiento a 4°C, la pérdida relativa del contenido de α -ácidos en los pellets de lúpulo fue solo del 8% (Forster, 2001).

El equipamiento necesario para ejecutar los pasos de cosecha descritos se muestra en la figura 86.



Figura 86. Equipamiento para la cosecha y almacenamiento de lúpulo: Máquina peladora de plantas (A), pelletizadora (B), selladora al vacío (C) y cámara de frío (D). Gentileza Lúpulos Hueimen.

IV. PRODUCCIÓN Y MERCADO DEL LÚPULO

1. Estadísticas productivas

La superficie cultivada de lúpulo a nivel mundial es de 99.577 hectáreas y se distribuye en las regiones de África 34,2%, Europa 33,5%, Norte América 23%, Asia 7,4%, Medio oriente 0,9%, Oceanía 0,6%, centro y Sudamérica con 0,4%. Sólo 10 países son los principales productores de lúpulo, representando un 96% de la superficie mundial plantada; el país con mayor superficie es Etiopía con 33.702 hectáreas (Figura 87). Dentro de los países latinoamericanos Argentina es el mayor productor con una superficie plantada de 402 hectáreas y se ubica en el puesto número 12 a nivel mundial (Figura 88). En Chile no existen estadísticas oficiales de la superficie plantada, pero se estima que esta no sobrepasa las 20 ha a nivel nacional.

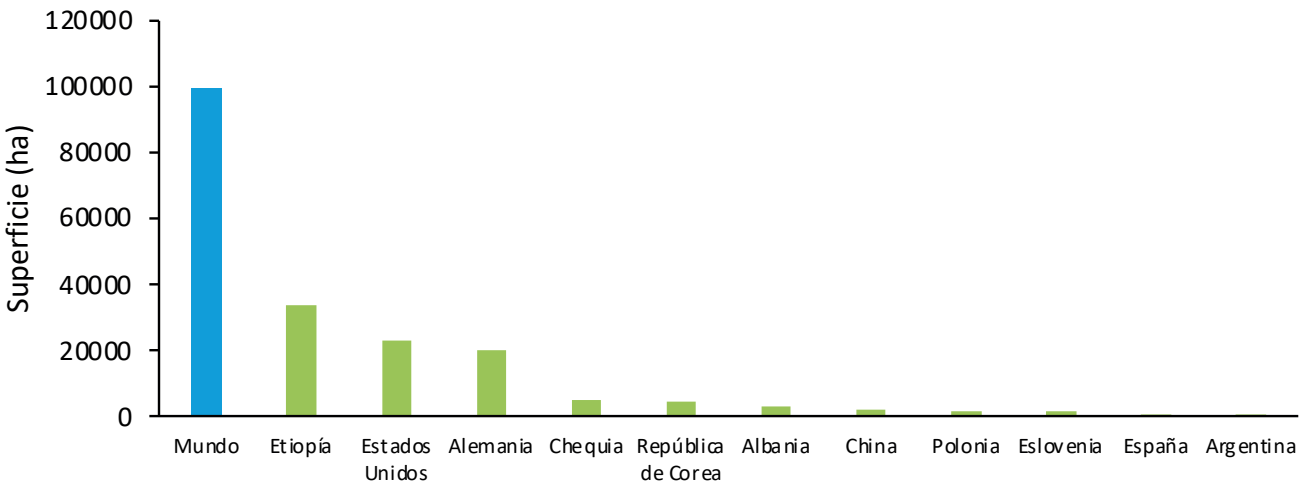


Figura 87. Superficie plantada de lúpulo - principales países. Elaboración propia con datos extraídos de FAOSTAT, 2021.

La producción mundial de lúpulo es de 175.183 toneladas por año, siendo el rendimiento promedio por hectárea de 1,76 toneladas (FAO, 2021). El principal productor del mundo es Estados Unidos con un volumen de producción de 50.820 toneladas seguido por Alemania y Etiopía con 48.500 y 44.342 toneladas al año respectivamente. Estados Unidos, Alemania y Etiopía producen, por lo tanto, el 82% del lúpulo total a nivel mundial (Figura 88).

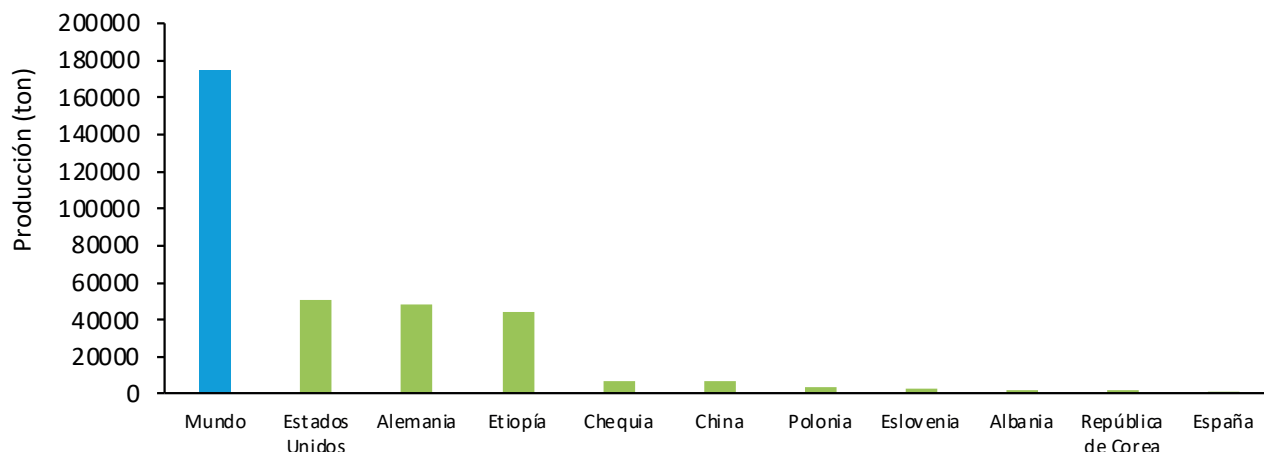


Figura 88. Producción mundial de lúpulo - principales países. Elaboración propia con datos extraídos de FAOSTAT, 2021.

2. Demanda de lúpulo

El 81% del lúpulo producido en el mundo es utilizado por la industria cervecera, mientras que la proporción restante es destinada a uso terapéutico, medicinal y otros derivados (Cameroni, 2013), por lo tanto, el mercado de la cerveza influye hasta hoy de manera muy importante en la demanda global de lúpulo.

A nivel mundial se ha presentado incrementos sostenidos en el consumo de cerveza durante la última década. El mayor consumidor es República Checa con 189 litros per cápita, seguido por Austria con 108 litros, Rumania con 100 litros y, por último, Alemania con 99 litros per cápita al año (Figura 89, Prochile, 2019). En Latinoamérica el mayor consumidor de cerveza es México con 70,5 litros seguido por Brasil y Colombia con 58,4 y 54,8 litros per cápita al año respectivamente (Holding, 2019).

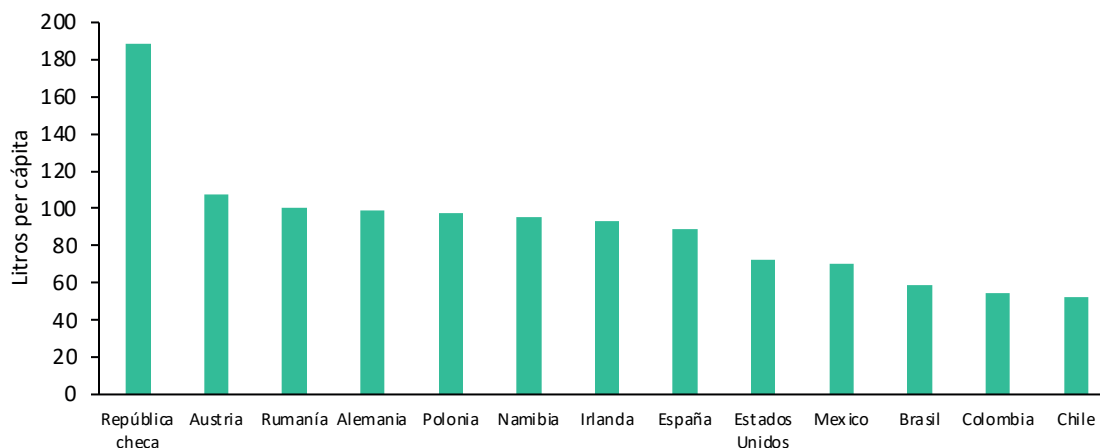


Figura 89. Consumo per cápita de cerveza, en diferentes países del mundo.

En Chile se ha registrado un incremento en el consumo de cerveza entre el año 2002 y 2018 desde 25 a 52 litros per cápita (Figura 90, Acechi, 2019). Esto significa que, en los últimos 16 años el aumento en el consumo fue de 108%, ubicando a Chile en el lugar número 37 en el mundo y el número 4 en el consumo per cápita de cerveza en Latinoamérica (Holding, 2019). Esto último se debe a que en el mercado interno chileno ha surgido un consumidor con un creciente interés por el segmento Premium de cervezas, con productos reconocidos por su calidad, con más cuerpo, aromas, sabores etc., lo que ha impulsado, además, una oferta creciente de marcas y estilos de cervezas (Bascur, 2013).

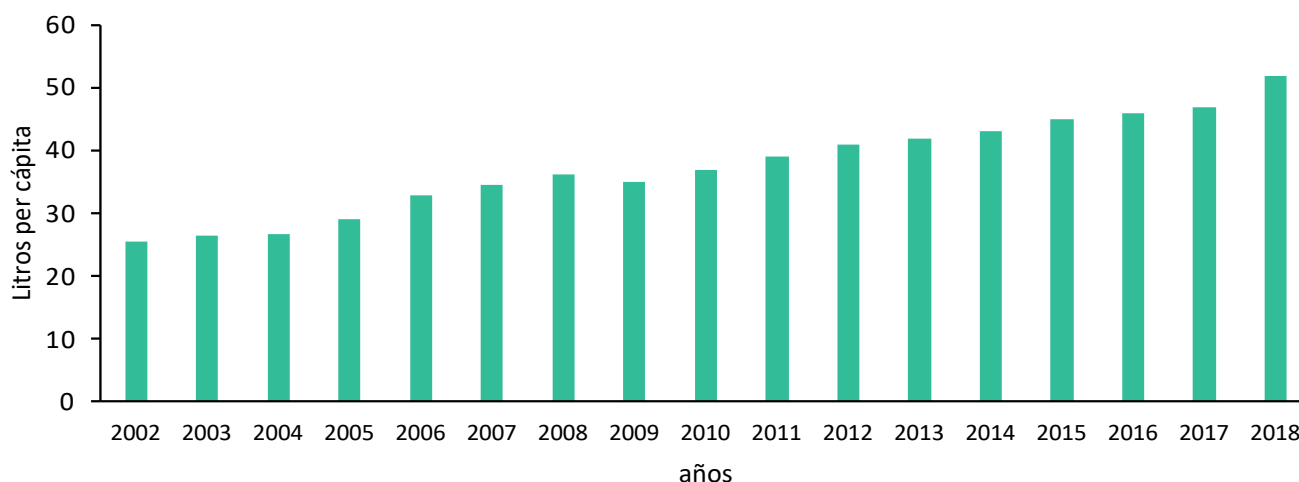


Figura 90. Evolución del consumo de cerveza per cápita en Chile (Acechi 2019).

Según los datos del Servicio de Impuestos Internos (SII) el 2005 existían 30 empresas con giro de elaboración de cervezas el que aumentó a 601 en el 2014 (Figura 91). Esto significa, un crecimiento del 20% anual de productores de cerveza con ventas en promedio de 17 millones de UF. Se estima que existen en Chile unos 300 microcerveceros artesanales, siendo más del 60% productores PYME que producen solamente el 1% de la producción nacional, alcanzando los 7,6 millones de litros anuales con tasas de crecimiento entre el 15-20% anual (Soto, 2019; Morales, 2019). La región de Los Ríos en la comuna de Valdivia ha sido históricamente la capital cervecera de nuestro país; es por ellos que en esta región se encuentran alrededor de 40 productores de cerveza, los cuales han sido destacados por su calidad tanto a nivel nacional como internacional (SERNARTUR, 2015 citado por Lerdon y Scheihing, 2016).

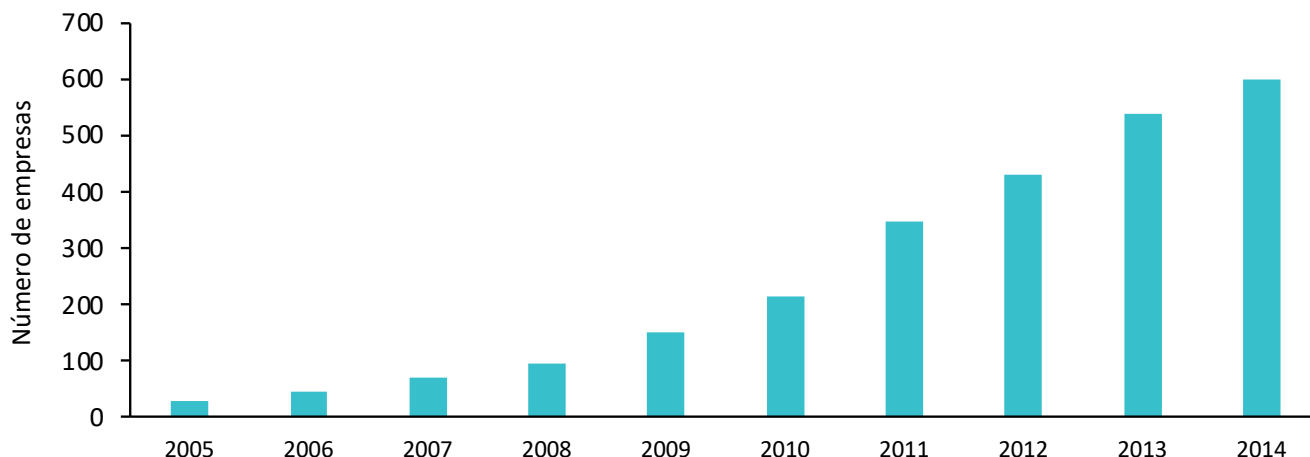


Figura 91. Evolución del número de empresas elaboradoras de cervezas en Chile desde 2005-2014. Gráficos de elaboración propia, con datos de Prochile (2019), Acechi (2019) y SII (2015).

3. Comercio internacional

Exportaciones

De acuerdo con datos entregados por la base de datos Comtrade de la ONU, la exportación mundial de lúpulo alcanzó un volumen de 55.095 toneladas con un valor comercial de 694 millones de US\$. El líder mundial en exportación de lúpulo es Alemania con más de 25.453 toneladas, por un valor de 285 millones de US\$, esto representa el 46,2% del volumen de las exportaciones mundiales. En segundo lugar, se ubica Estados Unidos otra potencia productora de lúpulo con 12.554 toneladas valorado en 214 millones de US\$, esto significa una participación en el mercado 22,8% del total de volumen de las exportaciones mundiales (Figura 92). Chile exporta un volumen de 0,76 toneladas con un valor de 23 mil de US\$. Los competidores más cercanos en la región son Brasil con 22 toneladas valoradas en 511 mil de US\$, Argentina con 21 toneladas valoradas en 267 mil de US\$, Perú con 13,8 toneladas valoradas en 249 mil de US\$ y Colombia con 1,2 toneladas valoradas en 20 mil de US\$ (Comtrade, 2019). Los países latinoamericanos suman el 0.1% del volumen de las exportaciones mundiales.

El principal destino del lúpulo chileno es Estados Unidos y Alemania con 121 y 48 kg respectivamente, ambos países representan el 22,2% de las exportaciones totales de Chile (Figura 93).

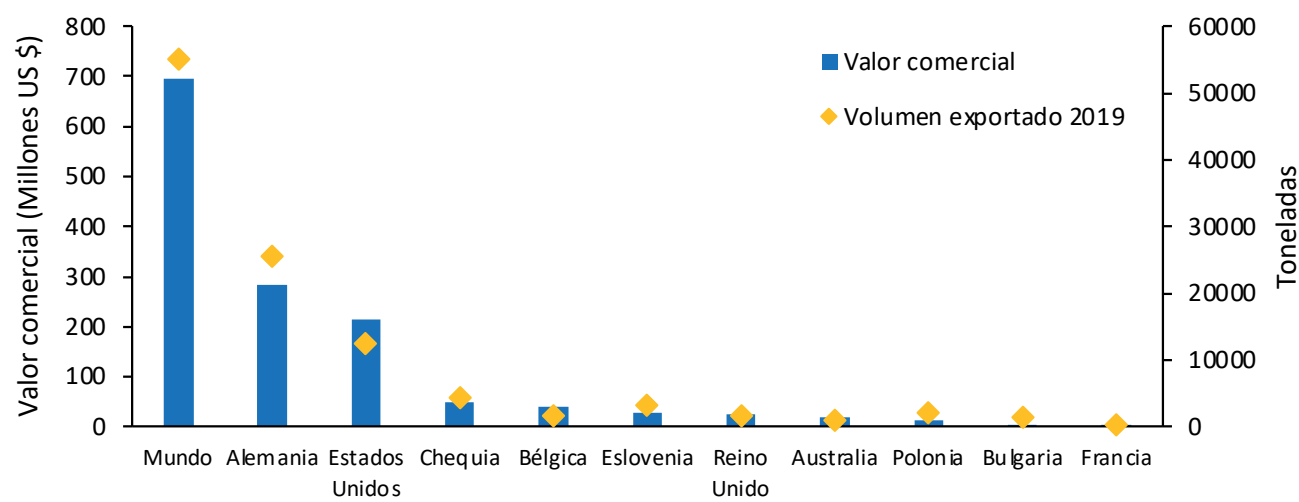


Figura 92. Principales exportadores de lúpulo, 2019. Elaboración propia con datos extraídos de Comtrade-ONU.

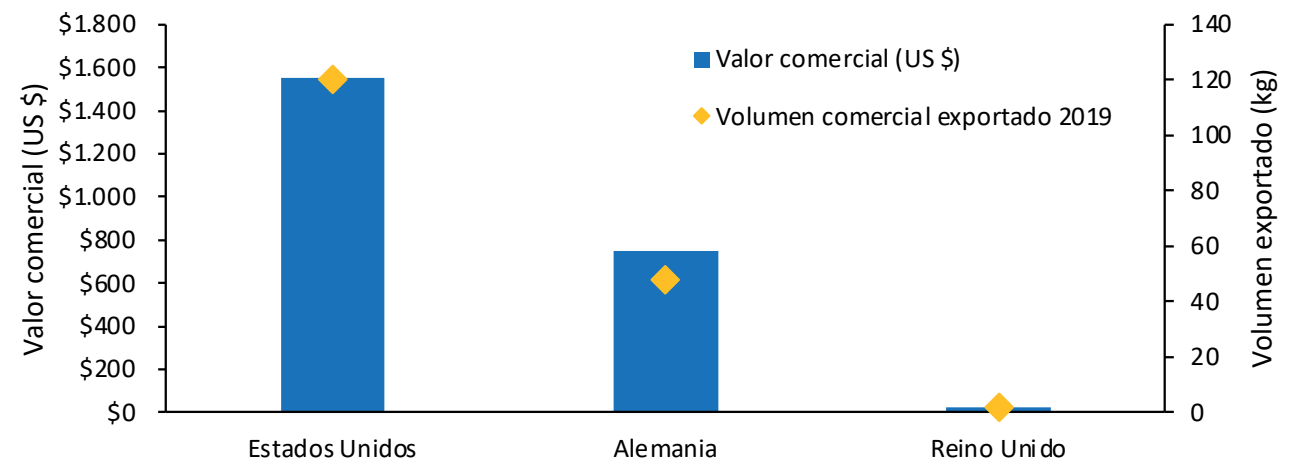


Figura 93: Principales destinos de las exportaciones chilenas de lúpulo, 2019. Elaboración propia con datos extraídos de Comtrade-ONU.

Las exportaciones de Chile durante el periodo 2014 – 2020, han sido inestables, tanto en el precio como en cantidad (Figura 94). Esto podría deberse a que Chile no posee reputación en el mercado como productor de lúpulos, que tiene una baja oferta y en los últimos años a los efectos de la emergencia sanitaria a nivel mundial. Entre el 2017 y 2019 las exportaciones crecieron a una tasa anual de 24% con un volumen promedio de 0,8 toneladas, por un valor de 16 mil de US\$ (FOB) (Figura 94). Chile presenta una interesante oportunidad de crecimiento tanto en el mercado interno como externo de lúpulo, ya que existe un déficit de producción a nivel mundial por las sequías que han afectado a gran parte de Europa. Por otra parte, en Chile, se han descrito nuevos ecotipos de lúpulo, con identidad territorial, dando la posibilidad de innovar con nuevos estilos de cervezas, obteniendo cosechas en contra estación. Además, la zona sur de Chile ha demostrado presentar condiciones edafoclimáticas óptimas para el crecimiento y desarrollo de este cultivo y que afectan positivamente sus propiedades (alfa, beta ácidos y aceites esenciales). Además, Chile posee facilidades para la exportación por los tratados de libre comercio y rebajas arancelarias que ha establecido con varios países del mundo (Mario Celedon, 2016 citado por Aguilar, 2017; Dultuh News Tribune, 2016).

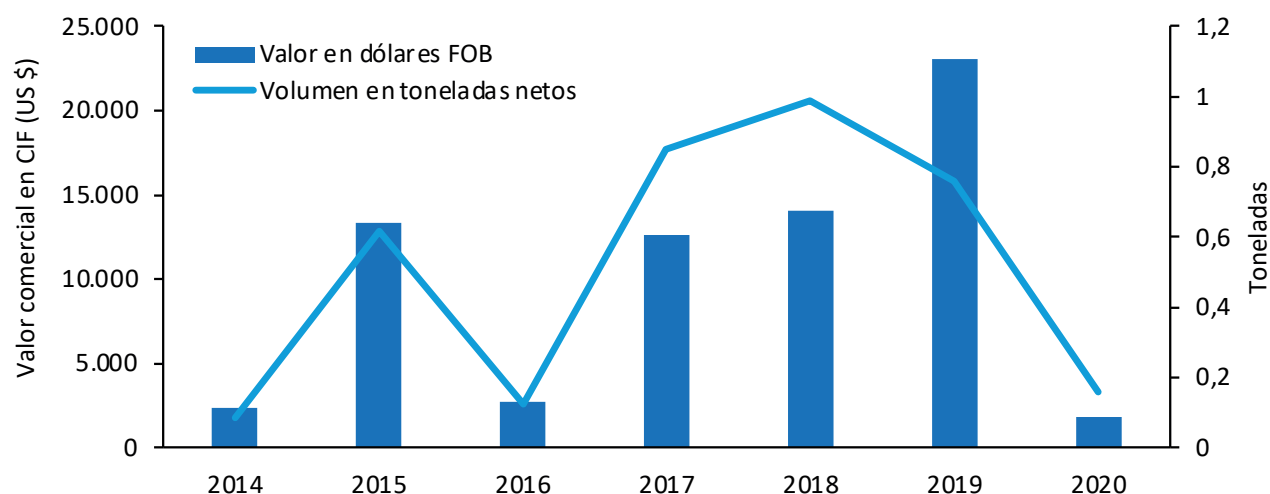


Figura 94. Evolución de las exportaciones chilenas de lúpulo desde 2014 – 2020. Elaboración propia con datos extraídos de Comtrade-ONU.

Importaciones

De acuerdo a los datos entregados por la base de datos Comtrade de la ONU, la importación mundial de lúpulo alcanza un volumen de 49.907 toneladas con un valor comercial de 677 millones de US \$. El líder mundial en importaciones es Alemania con 6.720 toneladas, por un valor comercial de 64 millones de US \$, que representa el 13,5% del volumen total de las importaciones mundiales. En segundo lugar, se ubica Estados Unidos con 4.753 toneladas valoradas en 71 millones de US \$ (Figura 95). Esto se debe a que ambos países no logran abastecer su alta demanda interna con su propia producción por lo que recurren a mercados externos (Lerdon y Scheihing, 2016).

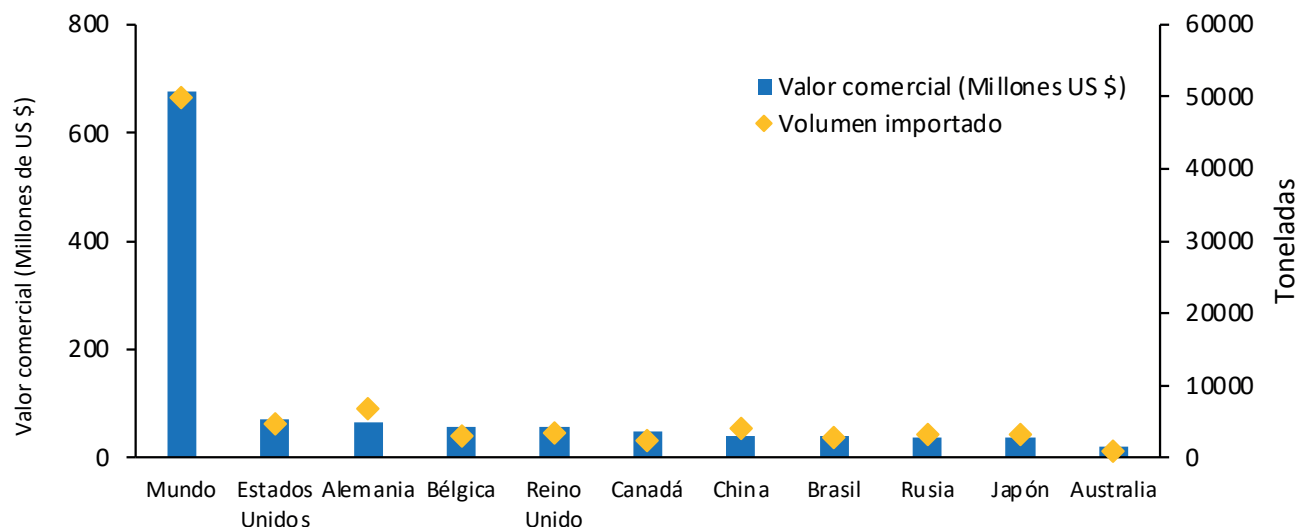


Figura 95. Principales importadores de lúpulo, 2019. Elaboración propia con datos extraídos de Comtrade-ONU.

En cuanto, a las importaciones en Latinoamérica, éstas suman un total de 4.665 toneladas, por un valor de 68 millones de US \$. El principal importador es Brasil con 2.703 toneladas valoradas en 39 millones de US \$ (Figura 95). Brasil es un gran elaborador de cerveza, pero no produce lúpulo de calidad por lo que es el principal importador a nivel latinoamericano (Lerdon y Scheihing, 2016).

Las importaciones chilenas durante el periodo comprendido entre los años 2005 al 2019 muestran una tendencia al aumento tanto en el precio como en cantidad (Figura 96). Esto se explicaría por el aumento tanto del consumo interno y la creación de nuevas plantas elaboradoras de cerveza, como ha sido señalado anteriormente por el SII (2015).

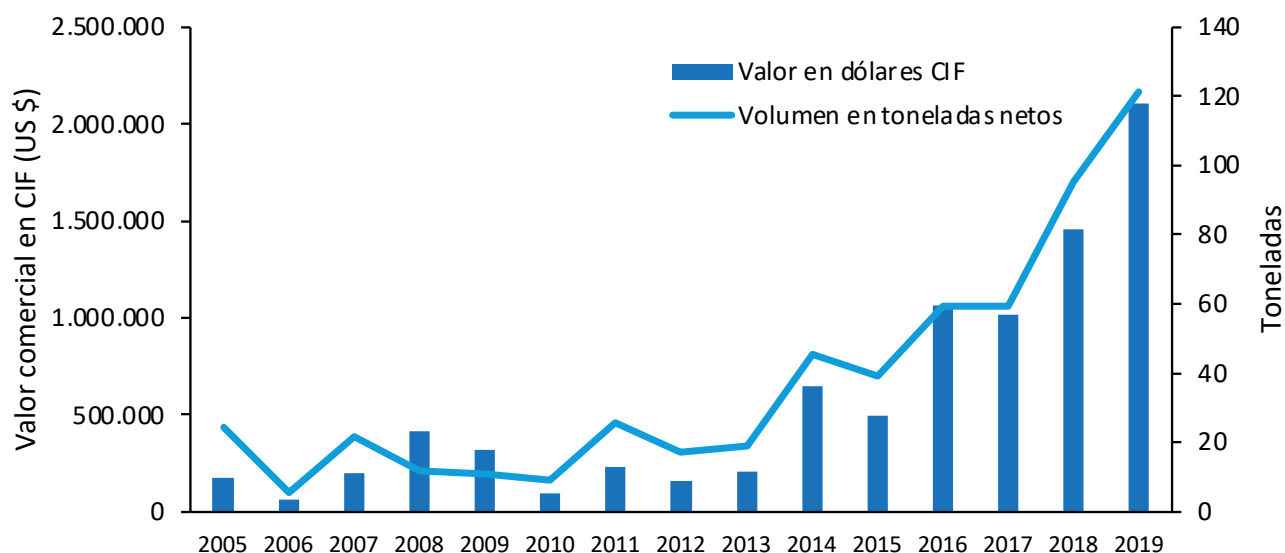


Figura 96. Evolución de las importaciones chilenas de lúpulo desde 2005 - 2019. Elaboración propia con datos extraídos de Comtrade-ONU.

V. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

El lúpulo es un producto utilizado principalmente para la elaboración de cerveza debido a que otorga estabilización a la espuma, aroma y amargor (Seefelder, 1999) citado por (Lüer, 2019). Estas características han sido clave para el comercio de lúpulo principalmente por el aumento del consumo y elaboración de cerveza artesanal que se ha duplicado los últimos 20 años.

En este contexto, diversos organismos han generado instancias para el estudio de este cultivo. En Chile, y sobre todo en la Región de los Ríos, se ha identificado el potencial cervecero de la zona, debido a que importantes actores de la cadena productiva se han instalado en la región y son demandantes de lúpulos. A este hecho se puede agregar el reciente proceso de inserción de la actividad frutícola hacia el sur de Chile, debido principalmente al desplazamiento de la barrera edafoclimática agrícola.

Del lúpulo total producido en Chile, alrededor del 81% se destina para la industria cervecera, el otro 19% tiene uso terapéutico, medicinal y otros derivados (Cameroni, 2013). En 2016, las estadísticas de comercio internacional de lúpulos evidenciaban la importancia económica del rubro para la agricultura nacional, lo que ha alcanzado la cifra de 1,05 millones USD, aumentando un 91% respecto al año anterior y la tasa de utilización de lúpulo para la elaboración de cerveza fue 7.9% más respecto a 2015 (González, 2017). Para el año 2019, se ha identificado que las importaciones han superado los M \$2,2 en cono de lúpulo fresco o seco incluso triturados, molidos o en pellets (Simoes e Hidalgo, 2021). Por otra parte, el mercado interno es un importante canal de comercialización de lúpulos, principalmente debido a la tradición del consumo de cervezas en el país, con un claro destaque a la dimensión sociocultural entorno de la cerveza artesanal en la Región de Los Ríos.

En línea con el creciente consumo de cervezas, se requieren estrategias productivas capaces de suplir la necesidad de insumos por parte de la industria. La oportunidad de negocios asociada al cultivo de lúpulos – uno de los principales insumos requeridos por la industria cervecera – puede ser vista como una alternativa para la diversificación productiva, agregación de valor, y diferenciación de la agricultura en la Región de Los Ríos. Sin embargo, el planteamiento de nuevos modelos de negocios para la agricultura requiere una adecuada planificación y desarrollo de planes de explotación capaces de generar el retorno económico esperado por los agentes productivos.

Asumiendo que las cifras comerciales mencionadas apuntan para la relevancia del mercado, así como para oportunidades de negocios asociadas al cultivo de lúpulos, este Manual Económico de Lúpulos tiene por objetivo analizar la factibilidad económico-financiera del cultivo y comercialización de lúpulos a pequeña escala, sobre el argumento de que puede ser una relevante alternativa económica para productores de la Región de Los Ríos – Chile. Para esto, se ha elaborado un ejercicio empírico de aplicación de técnicas de evaluación de proyectos de inversión desde la perspectiva privada que consideran 1ha y 550m² de plantación neta. La formulación del proyecto se ha elaborado considerando información técnica, revisión bibliográfica, y consultas con actores relevantes del rubro cervecero y de lúpulos. Es importante plantear que el ejercicio empírico no es determinante, y que los resultados presentados son fuertemente dependientes de los supuestos considerados en la etapa de formulación de cada proyecto.

Para lograr estimar esta factibilidad, se ha utilizado información empírica basada en dos patios de lúpulo ya establecidos en marco del estudio “Plan de zonificación edafoclimática para el cultivo ecotipos nacionales del lúpulo en la Región de Los Ríos” (BIP40001371–0). En particular, se han formulado dos proyectos de inversión: (1) considerando 1 ha de plantación neta; y (2) considerando 550m² de plantación neta. La información sobre rentabilidad del cultivo considera los resultados técnico-productivos obtenidos de los huertos de lúpulos de 806 m² con 550 m² de plantación neta en patios demostrativos implementados en el estudio de zonificación, en particular se utilizará información del patio ubicado en la Comuna de Máfil – Región de Los Ríos. Además, para esta estimación se consideraron los costos de establecimiento del cultivo en estas dimensiones.

El horizonte de evaluación es de 10 años, se espera que inicie producción al Año 2 con 673 kg/ha y la primera cosecha será al Año 3 debido a que en el segundo año la calidad cosechada no se recomienda para la elaboración de cerveza.

Este documento está organizado en cuatro secciones principales, además de esta Introducción. El capítulo 2 describe aspectos técnicos de evaluación de proyectos privados. El capítulo 3 muestra la metodología para el cálculo de los indicadores económico-financieros. El capítulo 4 muestra los resultados para los dos proyectos evaluados, mientras el capítulo 5 presenta las conclusiones y consideraciones finales.

1. Evaluación privada de proyectos

La evaluación de proyectos es un proceso para determinar los cambios generados por un proyecto, a partir de la comparación entre el estado actual y el estado previsto en su planificación. En otras palabras, la evaluación busca conocer qué tanto un proyecto puede lograr sus objetivos, y el grado de retorno económico esperado en base a una inversión total inicial requerida para su puesta en marcha. En este Manual, se ha considerado la evaluación económico-financiera, que tienen dos dimensiones específicas, sin embargo, complementarias desde el punto de la inversión.

- Económico: el objetivo de las empresas es la maximización de los beneficios.
- Financiera: el objetivo es mejorar el rendimiento de la inversión de capital hecha.

Los datos económicos y financieros no son suficientes en sí. Hay que tener adecuado conocimiento del negocio, de las tendencias del mercado, de los cambios tecnológicos y de los movimientos de la competencia, entre otros. En esencia, un proyecto completo de inversión es compuesto por un conjunto de estudios complementarios, como el estudio de mercado, el técnico, y el financiero. La evaluación de un proyecto tiene como objetivo principal apoyar la toma de decisión sobre invertir o no en la puesta en marcha de un nuevo proyecto, o bien en la adopción de cambios en una estructura productiva ya existente. Las decisiones que se adoptan en el estudio técnico corresponden a una utilización que debe justificarse de diversos modos desde el punto de vista financiero. La Figura 97 busca diferenciar la perspectiva de análisis económica y financiera.

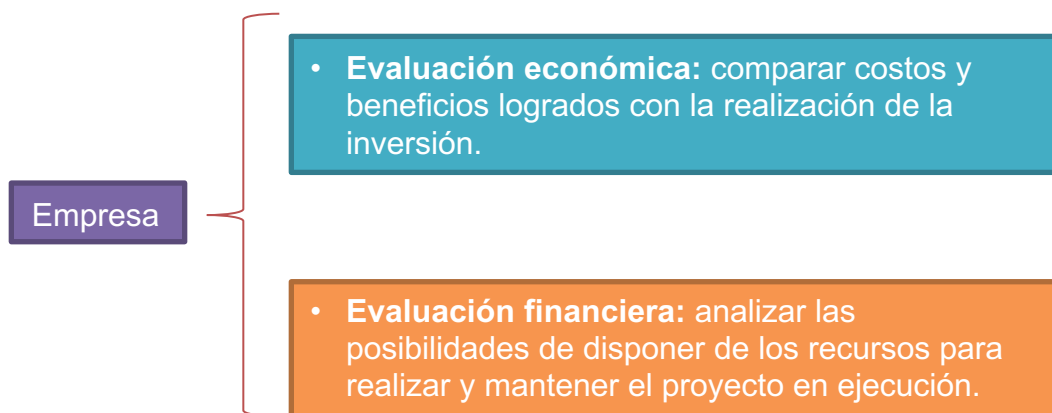


Figura 97. Evaluación económica-financiera. Elaboración Barbara Vargas, 2022.

El análisis de la evaluación de un proyecto busca orientar a la mejor decisión respecto al uso eficiente de los recursos, permitiendo generar las bases para que la inversión permita generar la rentabilidad y retorno deseado por los agentes económicos directa e indirectamente involucrados. Un proyecto productivo tiene como característica principal el supuesto que se van a utilizar un conjunto de recursos (requerimientos técnicos), que van a ser utilizados para generar bienes y servicios que, a su vez, permitirán al agente productivo generar ingresos a partir de su comercialización. La Figura 98 representa esta idea.

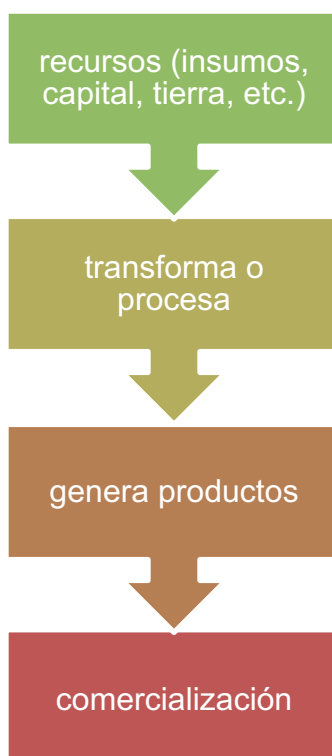


Figura 98. Flujos de recursos en un proyecto. Elaboración Barbara Vargas, 2022

En una evaluación de proyectos, siempre se produce información para la toma de decisiones, por lo cual también se le puede considerar como una actividad orientada a mejorar la eficacia de los proyectos en relación con sus fines, además de promover mayor eficiencia en la asignación de recursos. En este sentido, cabe precisar que la evaluación no es un fin en sí misma, más bien es un medio para optimizar la gestión de los proyectos. Generalmente, se considera un ciclo de proyectos, que parten de la idea de un proyecto a ser ejecutado, y en la identificación de sus requerimientos técnico-económicos, tales como la inversión necesaria, los costos de operación y ejecución, así como de los ingresos esperados. Al fin, se definirá la viabilidad y rentabilidad del proyecto a partir de la estimación indicadores económico-financieros de toma de decisión.



Figura 99. Ciclo general de un proyecto de inversión. Elaboración Barbara Vargas, 2022

Además, es importante tener en mente que los proyectos de inversión dependen fundamentalmente de supuestos que se hacen respecto a la totalidad de recursos que deben ser movilizados, así como a las expectativas respecto a los ingresos a generar. En este sentido, dos características principales de los proyectos son:

1. Proyectos se plantean a largo plazo: se dan hacia el futuro en ambientes o escenarios económicos que pueden cambiar en el futuro.
 - pronósticos del comportamiento del ambiente comercial, técnico, político, económico, financiero y del sector productivo.
2. Sus efectos son duraderos y prácticamente irreversibles
 - la única alternativa para un mal proyecto de inversión es reconocer la pérdida y empezar de nuevo la búsqueda de soluciones al problema original.

Los tipos de proyectos de inversión pueden ser de distintas naturalezas y finalidades, como muestra la Figura 100.



Figura 100. Tipos principales de proyectos de inversión. Elaboración Barbara Vargas, 2022

2. Marco económico-financiero de un proyecto

- **Proyectos en el rubro agroalimentario:** recursos asignados para generar una producción, que involucra costos y generará ingresos a la empresa.
- Se especifican las **necesidades de recursos a invertir**, con detalles de las cantidades y fechas para los diversos ítems señalados, su **forma de financiación** y las **estimaciones de ingresos y egresos** para el período de **vida útil del proyecto**.
- **Inversiones del proyecto:** la inversión inicial, constituida por todos los activos fijos, tangibles e intangibles necesarios para operar y el capital de trabajo.
 - Las decisiones que se adoptan en el estudio técnico corresponden a una utilización que debe justificarse de diversos modos desde el punto de vista financiero.
- **Presupuestos elaborados:** costos e ingresos del proyecto.

La elaboración del flujo de caja, que refleja los beneficios (ingresos) y costos (egresos) esperados en un proyecto, es fundamental para en análisis de la toma de decisión de inversión. La Figura 101 muestra los principales elementos necesarios.

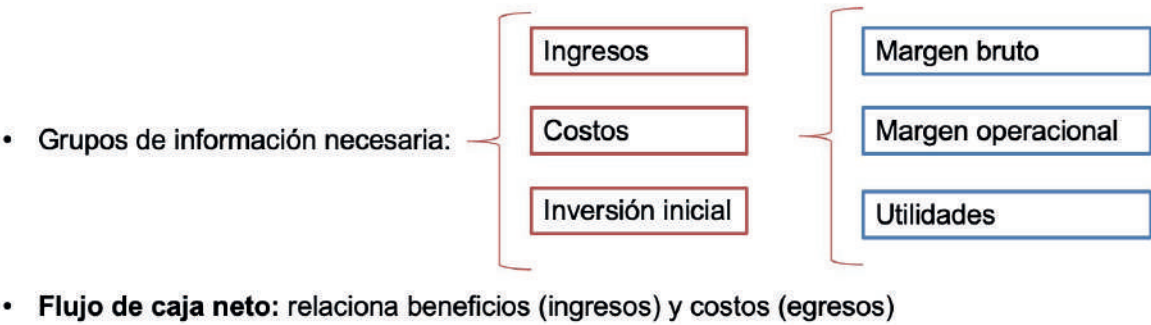


Figura 101. Marco económico-financiero de un proyecto. Elaboración Barbara Vargas, 2022

Las decisiones que se apoyan en el análisis de indicadores económico-financieros, que se calculan en base al flujo de caja neto, nos muestra la diferencia entre ingresos y egresos a largo del periodo de evaluación de un proyecto. En sistemas económicos de intercambio se esperan que los ingresos sean generados a partir de la comercialización, así como que los costos representan el uso de los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto y de la producción del bien o servicio en análisis, como muestra la Figura 102.



Figura 102. Etapas para identificar información requerida para el flujo de caja. Elaboración Barbara Vargas, 2022

3. Metodología de evaluación del proyecto

Los datos de costos de producción utilizados en este estudio provienen de datos primarios y secundarios. Los primeros han considerado entrevistas semi-estructuradas con técnicos responsables de la operación de dos patios demostrativos de lúpulo ubicados en la Región de Los Ríos. Estos patios forman parte del Plan de zonificación edafoclimática para la región de los Ríos. Las conversaciones fueron por medio de preguntas abiertas por video llamada y vía WhatsApp, las temáticas a abordar se trataron de procesos productivos, necesidad de mano de obra, tipo y cantidad de insumos recomendados y costo de maquinarias. En relación con la información secundaria se hizo mediante una revisión bibliográfica basada en tesis de pregrado y postgrado además de publicaciones en revistas científicas.

El conjunto de datos utilizados para la construcción del flujo de caja neto necesario para calcular los indicadores económico-financieros fueron obtenidos en base a dos patios demostrativos instalados en Máfil y Vivanco. En relación con los rendimientos y comercialización, para fines prácticos, se hará referencia al patio ubicado en Máfil.

Estos patios poseen un área de 806m² con 550 m² de plantación neta, a pesar de su tamaño, los patios demostrativos permiten obtener información relevante en cuanto a la producción de lúpulo como lo son; la estrategia de implementación del cultivo y el conjunto de actividades requeridas para la producción de lúpulo. Una de las principales diferencias estará enfocada el marco de plantación de estas plantas en el huerto, en relación al proyecto base de 1 ha de plantación neta se utilizará una distancia entre hilera de 3 metros y sobre hilera de 1,5 correspondiente a 2244 plantas/ha, esta distancia está determinada por el ancho de la cosechadora de lúpulo a utilizar. En cuanto al proyecto 2 de 550m² el marco de plantación es de 1 * 2,2 m alcanzando un total de 250 plantas y el manejo será por medio de mano de obra familiar.

En este sentido, con la finalidad de tener una idea general del plan inversiones, la obtención de la materia prima, los diversos insumos, los detalles operacionales, el producto y las condiciones de mercado, se ha formulado un proyecto de inversión para un área de 1ha de plantación. Además, se ha evaluado un segundo proyecto de menor escala, para un área de 550m². Los datos obtenidos de los patios que se pueden aplicar a 1 ha de plantación se detallan a continuación: Manejos agronómicos; fecha de siembra, fecha de cosecha, requerimientos nutricionales, marco de plantación, valores referenciales de los materiales para la estructura y equipamientos.

3.1 Supuestos del proyecto formulado

El análisis de la inversión requerida para la implementación del sistema de cultivo de lúpulo se realiza para una hectárea (1 ha) neta plantada con sistema de riego por goteo, siendo una referencia para el productor o inversor que podrá escalar en función de la superficie a plantar que responda a su objetivo y a los recursos disponibles. Se asume que el producto es comercializado en el mercado regional. La Región de Los Ríos cuenta con 37 productores de cerveza artesanal de los cuales 27 pertenecen a la Unión Cervecera (Kausel y Behn, 2016)¹.

Se hace el análisis de la inversión a través del cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y un análisis de sensibilidad ante cambios en la inversión, los ingresos y egresos, con el objetivo de identificar qué modifica en mayor medida la rentabilidad de la inversión. Además, se define el análisis económico determinando los principales componentes del flujo de caja: Costo de producción (fijos y variables), los Ingresos Brutos, el Margen Bruto y Neto. Además, en análisis ha estimado otros indicadores: Relación Beneficio-Costo y Período de Recuperación.

Los principales supuestos del proyecto de inversión formulado están en el Tabla 13.

Tabla 13. Supuestos del proyecto

Componente del proyecto de 1 ha	Características principales
Formulación	• Se considera la implementación de un cultivo en una superficie de 1 ha de plantación neta. • Se consideran los niveles de rendimiento estimados de ecotipos nacionales de lúpulos • El producto comercializado es ecotipo nacional Variedad Ranco en formato 1 kilo lúpulo pelletizado • La comercialización se destina al mercado local. • Los componentes técnicos del proyecto se fundamentan en los resultados de los patios demostrativos del proyecto FIC “Plan de zonificación edafoclimática del lúpulo en particular se usará el patio demostrativo ubicado en Máfil.
Evaluación	• Se evalúa la inversión requerida para la implementación del cultivo desde la perspectiva privada • Se asume el uso de capital propio y se analiza el flujo de caja económico para determinar los indicadores de toma de decisión de inversión • Se asume una tasa de descuento de 10%.

¹ En particular para fines estudios se podría considerar como potenciales vínculos comerciales la Cervecería Tres Puentes, Alma Nativa y Cuello Negro.

A continuación, se detallan algunos aspectos relevantes de la evaluación:

1. La hectárea de lúpulo a evaluar este tendrá un marco de plantación de 1,5*3m. Esto quiere decir, se plantan en un espaciamiento de 1,5 m sobre hilera *3 m entre hilera, con posibilidad de producir, en su capacidad máxima, 2.020 kg/há correspondientes a 2.244 plantas con un rendimiento de 0,9 kilo cono seco/planta.
2. La capacidad de producción ha sido determinada en base a rendimientos de los genotipos nacionales de lúpulo, en particular se evaluó la variedad Ranco de los patios demostrativos anteriormente mencionados.
3. El lúpulo como insumo del sector cervecero es demandado en el proceso industrial de elaboración (de gran escala) y en el sector de elaboración artesanal. En este proyecto, se considera el consumo interno, excluyéndose las exportaciones, considerando los precios de referencias abordados por la literatura académica. En este caso, el proyecto asume un valor de venta de CLP \$ 25.000 como sugerido por Scheihing (2015) y Scheihing & Lerdón (2016). Variaciones de este precio se han considerado en el análisis de sensibilidad.
4. Para determinar los costos de producción de una hectárea de lúpulo esta evaluación contempla desde la obtención de los rizomas hasta la pelletización; cuando el producto final está listo para la comercialización a escala local. Se dejó registro y cálculos de los resultados con intención de mejorar el análisis.
5. En relación con los consumidores y demandante de alfa y beta ácidos se destacan la cervecía artesanal y la producción de aceites esenciales. Sin embargo, esta evaluación considera como consumidor final a los cerveceros artesanales nacionales ya que son quienes lideran la demanda de lúpulo en Chile y el mundo.
6. Los cálculos de costos de producción contemplaron los costos Total de Producción (clásico), que involucra el costo fijo y variable, y el costo operacional de ejecución del proyecto.
7. Para el cálculo se utilizó referencias de revistas formato electrónico. Entre las que destacan Kausel y Behn (2016), Scheihing (2015), y González (2017).

3.2 Análisis económico-financiero

El análisis de evaluación de la inversión la metodología utilizada estima el Margen Bruto (ingreso bruto menos costo operativo efectivo), Margen Neto (ingreso bruto menos costo operativo total), punto de equilibrio (volumen de producción en el que el ingreso total es igual a los costos totales) e indicadores económico-financieros que contemplan la viabilidad de la inversión inicial requerida para la implementación del sistema productivo de lúpulo. Cabe mencionar que la determinación de los costos incorpora el concepto de depreciación de activos fijos, que se ha calculado desde el método lineal considerando, en su mayoría, la vida útil que entrega el Servicio de Impuestos Internos – SII.

Para el análisis financiero de la inversión, se trabajará con la construcción de un flujo de caja, que busca representar lo que se espera que ocurra a largo de la ejecución del proyecto. La estructura general está presentada a continuación.

Tabla 14. Estructura del Flujo de Caja Económico¹

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	...	AÑO 10
(+) Ingresos brutos (ventas)				
(-) Costos totales (fijos y variables)				
= Margen Bruto				
(-) Depreciación ²				
= Resultado antes impuesto				
Impuesto 19%				
Resultado después impuesto				
(+) Depreciación				
(-) Inversiones				
(-) Reinversiones Actualizadas				
(+) Valor Residual				
= Flujo de caja económico neto				

NOTAS:

¹ En este proyecto no se consideran amortización y pagos de la deuda.

² En este proyecto se ha considerado un período de evaluación de 10 años debido al promedio de vida útil de los activos fijos invertidos, que es de 9.8 años.

Con los datos del flujo de caja es posible estimar los indicadores de apoyo a la toma de decisión de invertir. Los indicadores calculados llevan en consideración la relación entre costos – de inversión y de operación – y los ingresos potenciales generados con la comercialización. Formalmente, sea la I_0 inversión inicial total – subdivida en activos fijos y diferidos; C_t los costos totales – fijos y variables; y B_t los beneficios generados por los ingresos de comercialización, es posible estimar el grado de conveniencia de un proyecto de inversión. La diferencia entre beneficios (ingresos) y costos (egresos) para cada año t es el beneficio neto:

$$BN_t = B_t - C_t \quad (1)$$

Para analizar la viabilidad de la inversión se adopta una tasa de descuento, que se refiere a la tasa de interés utilizada para determinar el valor presente. Por ejemplo, \$100 invertidos hoy en un plan de ahorro que ofrece una tasa de interés del 10 % crecerá a \$110. El descuento permite calcular indicadores agregados de viabilidad económica de un proyecto para la toma de decisiones de inversión. Los indicadores más utilizados para determinar la viabilidad económica son: valor presente neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR); relación beneficio-costos (BCR); período de recuperación del capital (PCR).

En este sentido, para apoyar la toma de decisión, se ha estimado un conjunto de indicadores presentados a continuación.

a) **Valor actual de beneficios netos (VAN):** es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado.

Si el valor actual de los beneficios netos (VAN) es igual o superior a cero, se aprueba el proyecto en caso de que solo se analizará si la inversión se devuelve en los años de ejecución del proyecto (Lerdón, 2018).

El cálculo es el siguiente:

$$VAN_0 = \sum_{t=1}^n \frac{(BN_t)}{(1+i)^t} - I_0 \quad (2)$$

Donde:

I_0 = inversión inicial en el año 0

i = tasa de descuento

BN_t = Beneficios netos del período t

t = momento en el tiempo (años del flujo de caja)

n = número total de años (períodos totales)

b) **Tasa interna de retorno (TIR):** El criterio de la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados que son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual (Lerdón, 2018).

$$TIR \rightarrow i = \sum_{t=1}^n \frac{(BN_t)}{(1+r)^t} - I_0 = 0 \quad (3)$$

Donde:

I_0 = inversión inicial en el año 0

BN_t = Beneficios netos del período t

t = tiempo (años)

n = número total de años (períodos)

r = tasa interna de retorno

c) **La relación beneficio – costo (RBC).** Considera la corrección de los ingresos en el tiempo dividido los egresos más la inversión inicial. Obteniéndose un índice que expresa los beneficios obtenidos a partir de un peso invertido. (Lerdón, 2018). Cuando la razón beneficio/costo es mayor que uno, el proyecto se acepta.

d)

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (3)$$

Donde:

B_t = Beneficios netos totales para el período de tiempo n

C_t = Costos totales para el período de tiempo n

t = número de períodos en que se evalúa el proyecto (años)

r = Tasa de descuento del proyecto

e) **Periodo de recuperación de capital.** Se considera que el plazo de recuperación descontado es un método de valoración de inversiones que determina el tiempo que una inversión tarda en recuperar el desembolso inicial, con los flujos de caja generados por la misma, pero actualizados a la tasa de descuento utilizada en la evaluación. Este proceso de actualización es la diferencia con respecto al plazo de recuperación en el que se valoran del mismo modo las unidades económicas independientemente del momento en el que se generan. Al final, es posible identificar el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptables por la empresa (Sapag, 2014).

3.3 Análisis de sensibilidad

Para tener una mayor certeza en relación con la conveniencia de invertir se crearán varios escenarios para ver el riesgo e incertidumbre que hay detrás. Esto se hará por medio de un análisis de sensibilidad que permite por su parte medir cuán sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisorios (Sapag, 2014). El análisis tiene por objetivo de identificar qué modifica en mayor medida la rentabilidad de la inversión. Teniendo en cuenta que las etapas productivas son diferentes en cuanto a insumos, materiales y mano de obra, las fichas de campo se elaboraron por separado, para un mejor análisis, que permitan identificar posibles cuellos de botella.

El análisis de sensibilidad se efectúa dentro del proyecto con el objeto de facilitar la toma de decisiones, el cual indicará las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y cuáles son las variables que tienen poca incidencia en el resultado final. Al hacer cualquier análisis económico proyectado al futuro, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas que se estudian y es precisamente esa falta de certeza lo que hace que la toma de decisiones sea bastante difícil.

En un proyecto individual, la sensibilidad debe hacerse con respecto al parámetro más incierto; por ejemplo, si se tiene una incertidumbre con respecto al precio de venta del producto principal que se pretende comercializar, es importante determinar qué tan sensible es la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el Valor Presente Neto (VPN) con respecto al precio de venta. Si se tienen dos o más alternativas, es importante determinar las condiciones en que una alternativa es mejor que otra.

El próximo capítulo presenta los principales resultados.

4. Resultados principales

Esta sección se divide en dos partes. En la primera, se considera el proyecto para un área plantada de 1 ha. En la segunda, se considera un proyecto para un área plantada de 550 m² correspondiente a uno de los patios demostrativos ubicado en la Comuna de Máfil.

4.1 Proyecto 1: Área plantada de 1ha

4.1.1 Definición del producto

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una planta perteneciente a la familia de las Cannabáceas, su origen radica en el hemisferio norte. Crece a partir de un rizoma leñoso de manera apical, puede alcanzar una vida productiva de hasta 15 años (Benedetto, 2019). Se caracteriza por ser una planta dioica, de las cuales solo las plantas hembra producen estróbilos y son cosechadas para la elaboración de cerveza artesanal (Conway, S y Reid, S, 2008). Se distingue por poseer alfa-ácidos, beta-ácidos, aceites esenciales y polifenoles, los cuales otorgan características a la cerveza, tales como aroma, sabor, amargor y estabilización espuma (González, 2017).

El producto evaluado será los conos de lúpulos, correspondientes a inflorescencias femeninas axilares alrededor de un eje central, formadas por espigas alternadas sobre un raquis cuyas brácteas y bractéolas se alargan en forma de escamas (Nievas et al., 2021). Es importante rescatar que también existen otras alternativas comerciales que pueden ser obtenidas a partir del cultivo, como por ejemplo producción de aceites esenciales.

En relación con el lúpulo demandado por los cerveceros estos evalúan la concentración de alfa y beta ácidos, que dependerán de la variedad considerada y también de la época del año.

Para este estudio, serán utilizado como referencia ecotipos nacionales, con la finalidad de distribuirlos a cerveceros artesanales locales y que obtengan un producto diferenciado, ya que, al ser todas las materias primas elaboradas en la misma zona pueden acceder a la denominación de origen y optar por agregar valor.

En relación con los ecotipos nacionales disponibles, en la Región de los Ríos, han sido encontrados y caracterizados ecotipos que podrían tener sus orígenes en variedades comerciales antiguas que han mutado al estar expuestos geográficamente a un mismo clima y suelo durante muchos años (Eibel et al., 2015 citado por Lüer 2019). Considerando los resultados del estudio de zonificación se puede indicar que el ecotipo La Unión y Ranco presentaron los mejores comportamientos productivos, por su buen establecimiento, rápida entrada en producción y uniformidad. Los detalles del cultivo pueden revisarse en la sección III de este manual.

4.1.2 Etapas generales del proceso productivo: Ingeniería del proceso de producción.

La formulación de un proyecto de inversión requiere conocer las etapas necesarias para su efectiva puesta en marcha. Respecto al proyecto productivo de lúpulos, la identificación del conjunto de requerimientos técnico-productivos necesarios dependen fundamentalmente del conocer, de antemano, el proceso productivo, con el objetivo de determinar los insumos, las actividades laborales, los materiales y la maquinaria necesaria.

En este sentido, el conocer la ingeniería del proyecto involucra identificar un conjunto de conocimientos de carácter científico y técnico que permite determinar el proceso productivo para la utilización racional de los recursos disponibles que serán destinados a la producción de una unidad de producto ofertado en los mercados (Padilla, 2010), en este caso la fuente de ingreso será la comercialización de lúpulo pelletizado en formatos de bolsas aluminizadas de 1 kilo selladas al vacío con nitrógeno.

En particular, la ingeniería del proyecto tiene la responsabilidad de seleccionar el proceso de producción de un proyecto cuya disposición en planta conlleva al uso combinado de insumos, materias primas, mano de obra y de las instalaciones de obras físicas o servicios básicos de conformidad con los equipos y maquinarias elegidos .

La clave del estudio de ingeniería es la determinación de la función de producción, que permite identificar los recursos disponibles y necesarios a la producción de bienes. Al identificarlos, es posible entender el proceso de combinar factores productivos, identificados a través de la cuantificación y proyección del monto de inversiones, costos e ingresos que se asocian a la producción. Por lo tanto, de la selección del proceso productivo se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias del proyecto. Además, de la determinación de su disposición en planta y el estudio de los requerimientos de los trabajadores, así como de su movilidad, podrán definirse las necesidades de espacio de planta y obras físicas. El cálculo de costos, mano de obra, insumos diversos, reparaciones y mantenimiento se obtendrá directamente del estudio del proceso productivo seleccionado en el proyecto.

Las principales etapas del proceso productivo están descritas en la Figura 103. También se debe considerar etapas previas de preparación, que involucran la preparación de suelo y la implementación de la estructura, junto al sistema de riego.

² También se ocupa del almacenamiento y distribución del producto, de métodos de diseño, de trabajos de laboratorio, de empaques de productos, de obras de infraestructura y de sistemas de distribución (Padilla, 2010).

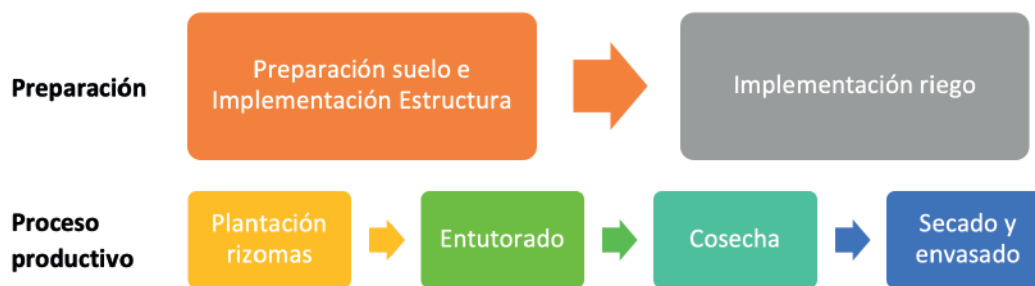


Figura 103. Etapas de la ingeniería del proyecto de inversión para el cultivo de lúpulo.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En líneas generales, lo primero es la preparación de suelo del terreno, luego se implementa la estructura de soporte, así como también el riego a utilizar. Posteriormente se plantan los rizomas y una vez que estos hayan emergido los manejos destacados son el entutorado, cosecha y post-cosecha.

4.1.2.1 Preparación

- **Preparación de suelo**

En cuanto al proceso de producción este parte con una preparación de suelo que consiste en una pasada de arado y tres de rastra, para una posterior siembra en los meses de octubre o noviembre (referencia Máfil). Además, se considera una labor agrícola encargada de la perforación del terreno y poder instalar los postes.

- **Estructura**

Para poder instalar el patio de lúpulo es necesaria una estructura con postes de soporte. El marco de plantación es de 1,5 m sobre hilera * 3 m entre hilera. Esta estructura contará con entramado aéreo de alambre para instalar tutores desde la alambrada al suelo que permitan guiar las plantas. 1ha de plantación puede alcanzar 2.244 plantas.

- **Riego**

Será por goteo, los detalles pueden ser consultados en el anexo 1.

4.1.2.2 Proceso Productivo

Una vez preparado el suelo e implementado la estructura y el riego se puede pasar a la siguiente fase que consiste en la siembra de rizomas y labores preventivos (desmalezar y fumigar) para control de maleza y enfermedades como *P. humuli*.

En el segundo año de plantación, se realiza entutorado para guiar las plantas a través de una cinta de nylon sujeta al entramado de alambre del patio de lúpulo, incitando su hábito trepador. Para entutorar primero se debe instalar las cintas de nylon en el alambre por medio de una herramienta llamada Pardalera. Se seleccionan 6-8 sarmientos de tamaño medio de la planta mientras que los otros son podados. Las guías se enrollan alrededor de la cinta de nylon en el sentido del reloj (Plan Regional Desarrollo Productivo, 2021).

En cuanto a la cosecha del lúpulo, según Nievas et al. (2021) se puede realizar mediante:

- Cosechadora mecánica que pasa a lo largo de las filas separando los conos y dejando las guías en la estructura de sostén. Los conos son llevados a un galpón donde se separan las hojas. Los restos de las plantas se incorporan al suelo.
- Cortando las guías del alambre superior y en la base, manual o mecánicamente. Las plantas se cargan en acoplados y se trasladan al galpón donde una cadena transportadora con dedos picadores pelan las plantas y separan los conos.

En este estudio se usará una cosechadora mecánica

4.1.3 Implementación del proyecto: Plan de inversiones

Después de identificar los requerimientos técnicos para la implementar de un determinado proceso productivo, es posible elaborar el Plan de Inversiones, que consiste en sistematizar la información respecto a todas las compras, adquisiciones asociados al uso de los recursos que serán utilizados en el proyecto. Los detalles se presentan en el Anexo 3.

Los costos de inversión corresponden al desembolso por parte del agente económico productor, que involucran las etapas iniciales para la implementación del cultivo. En específico, se considera el desembolso inicial de acuerdo a las características técnicas del cultivo y también un capital de trabajo correspondientes al monto de dinero necesario para llevar a cabo el proyecto los dos primeros años en los cuales no hay ingresos o estos son insuficientes (ver Tabla 12).

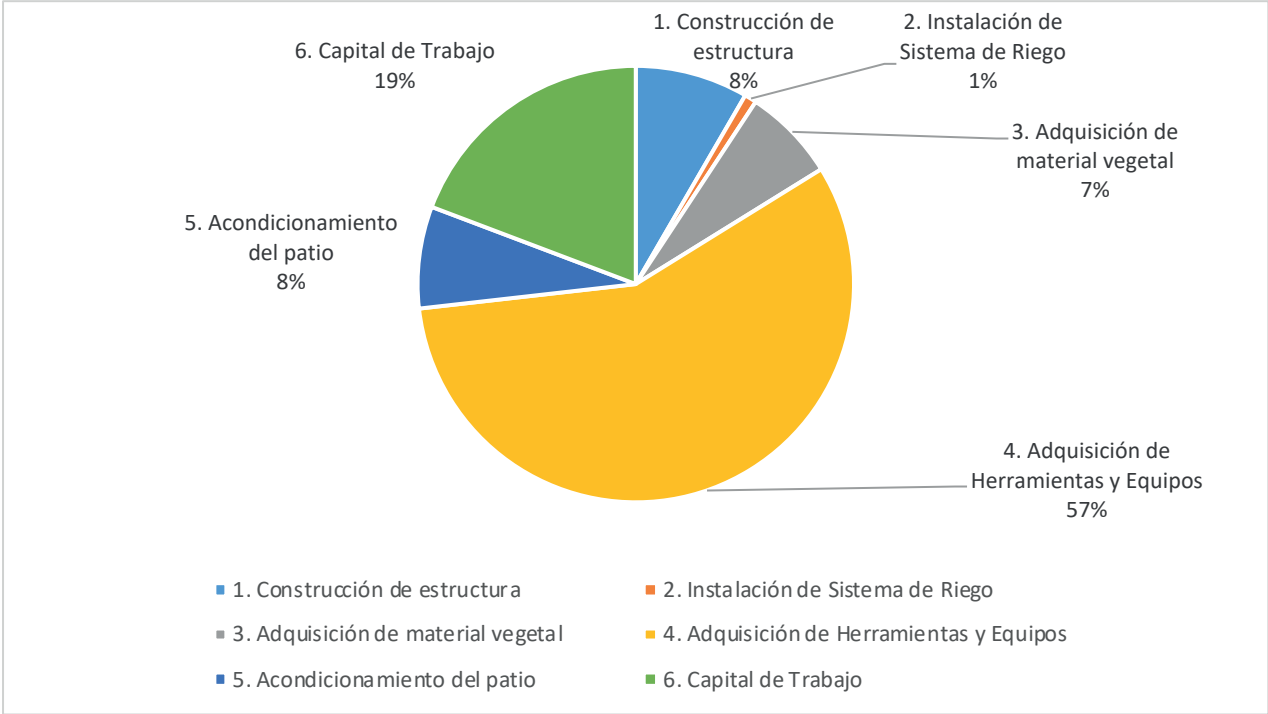
Tabla 15. Características y supuestos del sistema de producción de lúpulo (1 hectárea)

Área considerando estructura	1 ha
Marco de plantación	1,5 * 3 m
Total de plantas x ha	2.244
Primera cosecha	2 año
Primero año de ventas	3 año

La inversión total abarca un capital de trabajo inicial y la adquisición de maquinarias y equipos necesarios para la producción, implementación y comercialización de ha lúpulo. En el caso de un proyecto, el monto del capital de trabajo se contabiliza en base a los recursos económicos requeridos hasta que el proyecto en sí pueda generar los ingresos esperados. Dicho de otra forma, el capital de trabajo es el monto que financiará la ejecución del proyecto hasta el momento que se perciban ingresos, incluyendo los desembolsos de remuneraciones, compra de mano de obra etc, en este caso considera la financiación del proyecto hasta el fin del año 2. En cuanto a la implementación del patio, la inversión asciende a CLP \$ 117.046.975

Tabla 16. Composición del Plan de Inversiones (en CLP corrientes).

ITEM DE INVERSION INICIAL	VALOR ESTIMADO	INVERSIÓN (%)
1. Construcción de estructura	\$ 9.795.988	8%
2. Instalación de sistema de riego	\$ 1.048.847	1%
3. Adquisición de material vegetal	\$ 8.089.620	7%
4. Adquisición de herramientas y equipos	\$ 66.751.122	57%
5. Acondicionamiento del patio	\$ 8.837.414	8%
6. Capital de trabajo	\$ 22.523.983	19%
INVERSIÓN TOTAL	\$ 117.046.975	100%



*Figura 104. Composición de la inversión requerida para la implementación de un huerto de lúpulo de 1há.
NOTA: Se consideran valores actualizados para abril de 2022.*

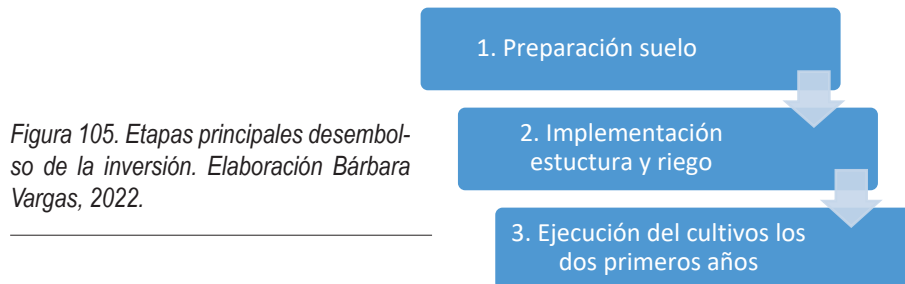
A continuación, se detallan los ítems considerados en el Plan de Inversiones.

Tabla 17. Detalle del plan de inversión, por grandes grupos.

Estructura	Corresponde al soporte de la planta, esta incluye 150 postes impregnados de 1,2*2*6", alambre galvanizada N° 6 y N°8, 1300m y 3500m respectivamente. Cable de acero 3/16" 600 metros, 40m de tensores de 5/8", 100 abrazaderas ¼, 5kilo de clavo 4", 5 kilos de grapas 1 ½", 50 sacos de 40 kg de cemento para el anclaje más 10 rollos de pita plástica. Es el desembolso requerido para el primer mes desde la puesta en marcha del proyecto.
Riego	Está compuesto por 200 m de cañería planza polietileno de 1", 3400 m cañería planza polietileno ½", 34 Tee plástica, 2 codo plástico 1", una válvula de bola 1", 2250 goteros (4LH SWLL), 102 abrazadera.
Material vegetal	Incluye 2311 rizomas para un marco de plantación de 1,5m sobre hilera y 3 m entre hilera, el valor del rizoma considerado es de \$3.500/u.
Equipos y Herramientas	Enfocadas principalmente para la fase de post cosecha; incluyen cámara de secado, pelletizadora, cosechadora, remolque cargador. También están incluidas herramientas para mantención del huerto como accesorios de poda, a) Cámara de secado. Este artefacto se utilizará para realizar el secado post cosecha de lúpulo. b) Pelletizadora refrigerada con trituradora de lúpulo con entrada para la inserción de gas inerte de nitrógeno. c) Cosechadora, cuyo valor incluye la labor de transporte y capacitación para su adecuado uso. d) Carretilla para realizar labores agrícolas. e) Accesorios de poda (Tijeras, palas, antiparras, guantes, cascos) f) 2 escaleras de 6 m g) Remolque cargador h) Computador más set básico de oficina.
Herramientas	Enfocadas principalmente para la fase de post cosecha; incluyen cámara de secado, pelletizadora, cosechadora, selladora al vacío, remolque cargador. También están incluidas herramientas para mantención del huerto como accesorios de poda.
Capital de trabajo	Los primeros años cuando no hay ingresos se debe contar con un capital que cubra los costos operacionales, en este caso será considerado los dos primeros años. Abarca el financiamiento para las tareas de preparación de suelo, mano de obra para la instalación de la estructura, arriendo maquinaria para la instalación de postes y costos operacionales de los dos primeros años. La preparación de terreno incluye una pasada de arado y tres pasadas de rastra. Se asume que estas tareas serán realizadas por medio de prestación de servicios de una empresa externa.

4.1.3.1 Desembolsos de la inversión inicial

Esta inversión al momento de ser desembolsada abarca tres etapas principales (Figura 105):



Lo primero que se ha considerado es la preparación de suelo del terreno, luego la implementación de patio que considera la instalación de postes y siembra de rizomas. El resto de la inversión correspondiente al capital de trabajo e involucra los procesos productivos de los dos primeros años de producción, donde los ingresos no son suficientes para cubrir los costos operacionales del proyecto. **La compra y la adquisición de maquinaria es el principal componente del plan de inversiones a ser adquiridas en el momento $t=0$.**

4.1.3.2. Costos de operación del proyecto

En esta etapa del estudio, se han considerado las informaciones de carácter primario obtenidas a través de entrevistas semi-estructuradas y en base a datos secundarios referentes al cultivo de una hectárea de plantación de lúpulo, comprendiendo las prácticas culturales, como entutorado, prevención y control de plagas y enfermedades, fertilización, cosecha, transporte.

En el Anexo 3 se puede ver los costos totales del proyecto para 1 ha de plantación neta. Estos datos se obtuvieron considerando costos operacionales totales, divididos en fijos y variables.

Costos fijos

Son aquellos que se deben pagar en un periodo determinado independiente del nivel de producción de la empresa como remuneraciones, seguros de maquinarias, arriendo de bodegas entre otros (Sapag, 2014). En este ítem, se consideran:

- 1. Remuneración operario permanente:** Se considera un sueldo los dos primeros años del proyecto CLP \$700.000 mensual.
- 2. Mantención maquinaria:** Corresponde al 1% del total de la inversión en maquinaria adquirida
- 3. Depreciación:** Entre los activos fijos se considera el costo de depreciación. Los detalles pueden ser consultados en el Anexo 3. La estructura, la maquinaria, y la camioneta son activos fijos depreciables. No se considera la depreciación del terreno ni el cultivo.
- 4. Internet y telefonía:** Corresponde a un plan de internet y telefonía con valores referenciales. En particular consta de un plan de \$26.000 mensuales
- 5. Imprevistos:** Porcentaje de dinero reservado para momentos o situaciones externas 5% del costo variable anual total.

Costos variables

Se refiere aquellos costos variables totales que varían de acuerdo al nivel de producción de una empresa, por ejemplo, insumos, mano de obra directa, costo de envases (Sapag, 2014).

1. Electricidad: Para el cálculo los primeros dos años esta estará explicada por el consumo de la bomba del sistema de riego y artículos de oficina, desde el año 3 en adelante, cuando comienza la cosecha, se sumará también el consumo de la peletizadora y selladora al vacío. Todos estos cálculos tienen como referencia el estudio de González (2017), en que estima un consumo electricidad de 1.000.000 anual considerando un rendimiento de 2100kg/ha.

2. Mano de obra temporada: El costo de mano de obra temporal involucra labores de mantención del huerto como por ejemplo limpieza de malezas, entutorado, poda y envasado.

3. Bolsa aluminizadas: Para su posterior venta se contará con un formato de bolsa aluminizadas de 1 kilo, por lo que se multiplicará el rendimiento de cono seco/ha por el valor referencial de cada bolsa.

4. Combustible: Para el cálculo de combustible se consideró la distancia que hay desde Máfil hasta la capital cervecera regional, Valdivia. Esta distancia es de 39,4 kilómetros, cifra que se ha multiplicado por dos para tener la cantidad de km ida y vuelta. Además, se consideró un rendimiento de 10km/litro de bencina de una camioneta.

5. Gas nitrogenado: Para labores de post cosecha se utilizará gas nitrogenado para sellar al vacío. Se usarán cilindro de 10m³. El tercer y cuarto año se utilizará 1 cilindro, el año 4 y 5 se usarán dos y desde el año 7 al 10 la suma de cilindros asciende a 3. La diferencia entre los años es explicada por los rendimientos. El precio referencial de cada cilindro es de \$110.000. No todos los pesticidas se compran de manera anual, algunos pueden extender su vida útil.

6. Fertilizantes y enmienda calcárea: Para el cálculo de fertilizantes se hizo una relación proporcional respecto a la dosis usada en el patio demostrativo de Máfil (patio experimental de este proyecto)³.

7. Pesticidas: Los pesticidas utilizados tienen que ver con control de malezas y control de enfermedades en este caso particular se harán aplicaciones preventivas de combatir *Pseudoperonospora cubensis* que ocasiona enfermedad "Mildiu" y control de malezas. Para la aplicación se asume un costo por prestación de servicios equivalente a \$100.000/ha. Entre los pesticidas a utilizar Curzate, oxícloruro de Ca, Metalaxil.

Dentro de los costos totales, los costos fijos tienen un impacto considerable, principalmente al inicio del proyecto, con mayor peso relativo asociado a las remuneraciones. En relación a los costos variables estos son mayores a partir del año 3 en el cual se inicia la cosecha y con esto la demanda de mano de obra aumenta, así como también insumos necesarios para la producción y envasado de lúpulo.

³ Se han llevado en consideración las recomendaciones obtenidas desde el patio demostrativo de lúpulos de la estación experimental colaborativa de Máfil. De esta manera si para 550m² se utilizó 15 kilos de una mezcla (15 – 30 – 15) para una superficie de 10.000m² el resultado asciende a 272 kilos de mezcla. El costo se ha estimado multiplicando el valor referencial de precio de un kilo de mezcla. Con relación a la enmienda calcárea para este cálculo se usó Soprocal (91% CaCO₃) en formato de venta de sacos de 25 kilos. Para el primer año se necesitarán 108 sacos y desde el año 2 en adelante la cifra se mantiene en 73 sacos. La diferencia radica en que el primer año la dosis era para corregir la cantidad de CaCO₃ y desde el año dos el cálculo considera una dosis de mantención. Importante destacar que estas estimaciones y recomendaciones se basaron en un análisis de suelo previo.

4.1.4. Ingresos netos

En relación a los ingresos estos estarán determinados a partir del rendimiento del cultivo desde el segundo y tercer años. Si bien hay ecotipos que tienen cosecha el primer año y segundo año no se recomienda su uso para la elaboración de cerveza por su baja calidad respecto a su perfil alfa y beta ácidos.

Como mencionado anteriormente, el producto vendido será kilo de lúpulo pelletizado, a un precio de comercialización CLP \$25.000 por kilo, de acuerdo al sugerido por Scheihing (2015)⁴. La composición de ingresos brutos depende del rendimiento.

Tabla 18. Rendimiento estimado de una planta de lúpulo ecotipo nacional variedad Ranco.

	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad plantas (plantas/ha)		2244	2244	2244	2244	2244	2244	2244	2244	2244	2244
Rendimiento por planta (kg cono seco/planta)		-	-	0.50	0.66	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90

El Tabla 18 muestra la cantidad de plantas/ha y el rendimiento por planta (kg cono seco/planta), estas estimaciones fueron obtenidas a través de los patios demostrativos. Cada hectárea corresponde a un total de plantas de 2244. Además, se asume que:

- (1) A partir del año 3, el rendimiento es de 0,5 kilos por planta;
- (2) En el año 4, el rendimiento asciende a 0,66 kilos por planta;
- (3) Del año 5 y 6 el rendimiento de 0,8 kg por planta y;
- (4) Del 7 al 10 es de 0,9 kilos por planta.

Es importante considerar que los rendimientos de los ecotipos nacionales son inferiores a variedades comerciales que han estado en constante mejoramiento.

⁴ El estudio de Scheihing (2015) ha considerado el precio nominal de venta de CLP \$ 25.000, lo que correspondería a CLP \$ 32.091 en valores de abril de 2022. Considerando las diferencias en términos de estructura productiva y el ecotipo nacional, se asume en este proyecto el valor nominal de CLP \$ 25.000, lo que excluye la variación inflacionaria en comparación al estudio de Scheihing (2015).

4.1.5. Análisis de rentabilidad y viabilidad económico-financiera

En cuanto a la rentabilidad y viabilidad económica del proyecto, este considerará como capacidad máxima de producción la elaboración de 2.020 kg de lúpulo y los ingresos generados, en las condiciones de ser consumido, ya empacado y empaquetado, listo para su entrega al mercado local.

El horizonte de evaluación del proyecto es de 10 años, periodo de duración de la estructura del patio, de acuerdo al promedio de la vida útil de los activos fijos invertidos, que en este caso es 9.8 años. El flujo de caja económico muestra que los ingresos son considerados a partir del año 3, aumentando en tiempo hasta estabilizarse en el año 7, si bien en el año dos hay un rendimiento estos debido a su calidad de alfa y beta ácidos no será utilizados. En el año 10 hay un valor residual que considera la venta de la maquinaria porque su vida útil es el doble en cuanto al periodo de evaluación del proyecto.

El impuesto usado corresponde al 19% del Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA) en el país. Se considera una tasa de descuento de 10%. El flujo de caja económico y actualizado proyectado puede ser analizado en la Figura 106.

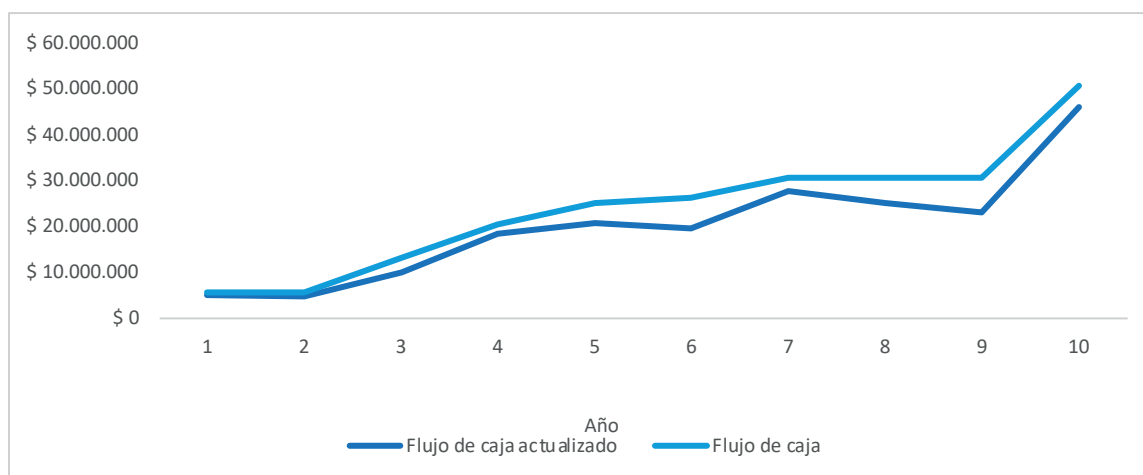


Figura 106. Flujo de caja económico neto (a partir del año 1).

NOTAS:

- 1 – tasa de descuento de 10%.
- 2 – Los valores positivos en los dos primeros años se deben a la depreciación estimada.
- 3 – Los valores actualizados corresponden a una tasa de descuento de 10%.

Para calcular los indicadores de conveniencia de ejecución del proyecto de inversión, se utiliza una tasa de descuento, el coste de capital que se aplica para determinar el valor presente de un pago futuro. La tasa de descuento permite calcular el valor actual neto (VAN) de una inversión y así determinar si un proyecto es rentable o no. A su vez, también permite saber la tasa interna de rendimiento o TIR, que es el tipo de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Para el análisis de indicadores de viabilidad, se ha construido el flujo de caja anual de ejecución del proyecto (detalles están en el Anexo).

Considerando una tasa de descuento de 10%, se ha determinado la viabilidad del proyecto en base a la estimación del VAN y de la TIR – indicadores financieros que permiten en conjunto tomar decisiones informadas asumiendo los riesgos de la inversión.

Tabla 19. Indicadores financieros del proyecto

Indicadores	Resultado	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 9.003.843	• El VAN es positivo, lo que en términos generales indicaría que se recomienda la inversión en el proyecto desde el punto de vista de la rentabilidad de la inversión. • Sin embargo, utilizar este indicador por si solo puede traer consecuencias ya que solo indica que la inversión será devuelta en el tiempo, pero no indica ni que tiempo ni si esa devolución es o no significativo respecto lo que implica ejecutar un proyecto de inversión. • Además, es importante llevar en considerar el monto del valor que comparada a la inversión tiene una proporcional considerablemente baja.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	11,3%	• La TIR es la tasa de descuento que hace con que el VAN tienda a cero. • La TIR muestra la sensibilidad que tiene la tasa de interés en el proyecto mismo. • En este caso la TIR de 11 % indica que, si este interés utilizado para medir la rentabilidad de la inversión aumentara 1% generaría un resultado positivo en términos de VAN. • Es importante considerar que la diferencia de 1% es considerablemente baja, indicando un potencial riesgo para la inversión frente a escenarios futuros de incertidumbre. • El proyecto desde el punto de vista puramente privado genera un resultado cercano a la recomendación de rechazo a la inversión o adaptación del plan de inversiones. • Por otra parte, si el proyecto fuera evaluado desde la perspectiva social, podría ser interesante considerar otras variables de resultado.
Relation Beneficio-Costo	0,93	• Los beneficios que se obtienen respecto a los costos asociados en el proyecto es analizado por la razón beneficio/costo. • El indicador mide la relación entre los beneficios y costos actualizados. • En este caso que por cada \$1 invertido se obtiene \$0,93 devuelta, confirmando el bajo nivel de retorno del proyecto.
Período de Recuperación del Capital (PRC)	10 años	• Bajo esto se puede indicar que, si bien para este proyecto el VAN es positivo, la inversión podría ser poco conveniente debido al escaso margen entre la tasa y la TIR obtenida, además de que indica que los beneficios a pesar de ser positivos no son tan expectantes. • Además, la recuperación es la etapa final del proyecto es de 10 años, prácticamente al fin del proyecto formulado.

Considerando estos antecedentes se podría intentar generar un contexto en que este patio genere mayor rentabilidad y, si consideramos que la inversión inicial se ve mayormente explicada por gastos de maquinarias y el capital de trabajo se puede intentar diluir.

Es por esto se usará análisis de sensibilidad en el cual se creará un escenario positivo que diluya estos gastos principales, así como también un escenario negativo.

4.1.6 Análisis de sensibilidad del proyecto

Una de las limitaciones del análisis de proyectos de inversión se relaciona a factores como riesgo e incertidumbre, que derivan de los supuestos respecto a lo que puede suceder a largo del periodo de ejecución de un proyecto. En este sentido, el análisis de sensibilidad permite combinar escenarios donde se analice el efecto en los flujos de cajas algunos cambios en la inversión u otros parámetros. En la tabla 20 se describen los escenarios analizados para el proyecto de 1 ha.

Tabla 20. Descripción de los escenarios para el análisis de sensibilidad

Escenario	Cambios considerados	Aspectos constantes
Escenario 1 – Optimista	Cambio del precio de venta del kilo de lúpulo pelletizado desde \$25.000 a \$27.000	Tamaño, duración del proyecto, procesos productivos, inversión requerida.
Escenario 2 – Optimista	En vez de una superficie de 1ha, se considerará 2 ha de plantación. Cambios en la inversión inicial respecto a acondicionamiento del patio, siembra de rizomas y capital de trabajo. Cambios costos fijos remuneración permanente y depreciaciones. Todos en los costos variables. Cambios en los ingresos.	Equipamiento maquinarias. Rendimiento del patio y precio de venta.
Escenario 3 – Optimista	Aumento de los rendimientos de kg cono seco por planta El año 5 y 6 aumento de 1 kilo 7 en adelante 1,1 kilo	Todo continúa igual menos el rendimiento
Escenario 4 – Pesimista	Disminución rendimiento año 5 y 6 a 0,7 kilo por planta y 7 al 10 0,8 kg/planta	Todo continúa igual menos el rendimiento
Escenario 5 – Pesimista	Disminución precio de venta a \$18.000 kilo de lúpulo pelletizado.	Tamaño, duración del proyecto, procesos productivos, inversión requerida.

a) Escenario 1 – Optimista:

En relación a la comercialización de lúpulo este escenario evaluará el precio de venta del kilo de lúpulo pelletizado. La justificación radica en la amplia gama de precios en los que se pueden conseguir diferentes variedades de lúpulo y la extensión de su vida útil debido al formato pellet.

Escenario contempla el precio de venta de \$27.000 por kilo de lúpulo pelletizado en vez de \$25.000.

Este escenario nos permite ver la sensibilidad que existe respecto al precio de venta. Se puede observar que comparando con el proyecto inicial este tiene indicadores más optimistas.

Periodo recuperación del capital en vez de recuperar la inversión en el año 10 se recupera el año 9, principalmente debido al aumento del precio de venta que permite anticipar el retorno del negocio.

Se podría intuir que dando un valor agregado al precio de venta de lúpulo este tendría una mejora en cuanto a rentabilidad de la inversión. Una forma podría ser garantizando un perfil aromático del lúpulo para dar sello se origen a la cerveza artesanal de la zona. En este caso es aplicable ya que la variedad estudiada corresponde a un ecotipo nacional.

Tabla 21. Indicadores económico-financieros frente a un escenario optimista de \$27.000 kilo de lúpulo pelletizado.

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 21.309.768
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13%
Relation Beneficio-Costo	1.01
Período de Recuperación del Capital (PRC)	9 años

b) Escenario 2 – Optimista

Como escenario optimista e intentando diluir costos de maquinarias incluidas en la inversión inicial. Se plantea que si la superficie aumenta de 1 ha a 2 ha puede obtener una mayor rentabilidad el proyecto. La base de este planteamiento surge a raíz de estudios de González (2017) y Scheihing (2015), en ellos se hizo un análisis de 2 ha que resultan ser rentables.

Tabla 22. Indicadores financieros frente a un escenario optimista del aumento de la superficie en evaluación, pasando de 1 ha de plantación neta a 2 ha.

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 65,120,612
Tasa Interna de Retorno (TIR)	16%
Relation Beneficio-Costo	1.2
Período de Recuperación del Capital (PRC)	8 años

Si se compara este escenario con el escenario base y precio de venta \$27.000 se puede ver un considerable aumento en la relación beneficio costo del proyecto, así como también los demás indicadores. Este escenario permite disminuir en dos años el período de recuperación del capital y aumenta la TIR a 16% subiendo 5 puntos porcentuales respecto al escenario base.

Una de las principales razones de la mejoría de los indicadores corresponde a la dilución de inversión inicial correspondiente al ítem de maquinarias.

c) Escenario 3 – Optimista con aumento del rendimiento

Debido a la poca información con relación al rendimiento de los ecotipos nacionales, los rendimientos esperados son estimados y han sido fundados respecto a los rendimientos de los patios demostrativos. Existe la probabilidad de que estos sean mayores que los esperados en este estudio, es por esto por lo que este escenario evalúa rendimiento por planta optimistas correspondiente a aumento de los rendimientos de kg cono seco por planta: El año 5 y 6 aumento a 1 kilo y desde el año 7 en adelante a 1,1 kilos.

En este escenario los indicadores tienen valores optimistas respecto al escenario base. Por lo que si el rendimiento del cultivo es potencial se podría esperar una mayor rentabilidad.

Tabla 23. Indicadores financieros frente a un escenario optimista aumento del rendimiento.

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 35.152.654
Tasa Interna de Retorno (TIR)	15%
Relation Beneficio-Costo	1,09
Período de Recuperación del Capital (PRC)	9 años

d) Escenario 4 – Pesimista con reducción del rendimiento

En los cultivos existe la probabilidad de que exista reducción del rendimiento ya sea por factores ambientales como manejos agronómicos. El siguiente escenario disminuye los rendimientos por planta producidos desde el año 5 al 10, año 5 y 6 a 0,7 kg/planta y 7 al 10 0,8 kg/planta.

- En este escenario se puede ver una clara disminución de los indicadores. El capital se recupera en el año 10 y no hay beneficios obtenidos respecto a los costos.
- La tasa interna de retorno tiene un margen muy bajo respecto a la tasa de interés. Este escenario no tiene buenos indicadores por lo que, no se recomienda invertir.

Tabla 24. Indicadores financieros frente a un escenario pesimista reducción del rendimiento

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado
Valor Actual Neto (VAN)	\$-4.070.563
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9%
Relation Beneficio-Costo	0,85
Período de Recuperación del Capital (PRC)	No se recupera

e) Escenario 5 – Pesimista reducción precio de venta

Reducción precio de venta de \$25.000 a \$18.000 kilo lúpulo pelletizado.

- De los escenarios analizados este tiene los indicadores más pesimistas. Se podría intuir que el proyecto es altamente sensible al precio de venta del kilo de lúpulo pelletizado. Bajo escenarios de precio pesimistas la inversión no se recupera con el tiempo, por lo que es importante garantizar un precio de venta que nos permita no correr riesgos.
- La tasa interna de retorno es menor a la tasa y por lo tanto el VAN es negativo.
- Estos indicadores nos indican que si el precio de venta es de \$18.000 no es recomendable invertir en el proyecto.

Tabla 25. Indicadores financieros frente a un escenario pesimista reducción del precio de venta

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado
Valor Actual Neto (VAN)	-\$ 34.066.896
Tasa Interna de Retorno (TIR)	4%
Relation Beneficio-Costo	0,67
Período de Recuperación del Capital (PRC)	No se recupera

4.1.4 Síntesis de resultados: Proyecto de 1 ha

La Tabla 26 muestra el resumen de los resultados para el proyecto de 1 ha.

Tabla 26. Principales indicadores

Escenario	Descripción	VAN	TIR	RBC	PRC
Base	Proyecto formulado	\$ 9.008.843	11%	0.93	10
1	Cambio del precio de venta del kilo de lúpulo pelletizado desde \$25.000 a \$27.000	\$ 21,309,768	13%	1.01	9
2	En vez de una superficie de 1ha, se considerará 2 ha de plantación. Cambios en la inversión inicial respecto a acondicionamiento del patio, siembra de rizomas y capital de trabajo. Cambios costos fijos remuneración permanente y depreciaciones. Todos en los costos variables. Cambios en los ingresos.	\$ 65,120,612	16%	1.2	8
3	Aumento de los rendimientos de kg cono seco por planta El año 5 y 6 aumento de 1 kilo 7 en adelante 1,1 kilo	\$ 35,152,654	15%	1.09	8
4	Disminución rendimiento Año 5 y 6 a 0,7 kilo por planta y 7 al 10 0,8 kg/planta Así, se asume que: (1) A partir del año 3 el rendimiento es de 0,5 kilos por planta; (2) del año 4 en adelante 0,66 kilos por planta y (3) a partir del año 5 el rendimiento de 0,8 kg por planta; (4) del 7 al 10 0,9 kilos por planta.	-\$ 4,070,563	9%	0.8	NR ¹
5	Disminución precio de venta a \$18.000 kilo de lúpulo pelletizado.	-\$ 34,066,896	4%	0.6	NR ¹

NOTAS: ¹ – NR: No se recupera.

4.2 Proyecto 2: Evaluación del patio demostrativo

Se ha formulado y evaluado un segundo proyecto, considerando los resultados del cultivo del patio demostrativo ubicado en la Comuna de Máfil. Para este caso, se asume que la evaluación de la rentabilidad de un patio con un marco de plantación de 1*1,2 m con una densidad de 250 plantas/ha. Las principales características del proyecto están en el Tabla 27.

Para este estudio se consideró un manejo familiar por lo que la superficie corresponde a 550m² de plantación neta. No se consideró costo de maquinarias.

Tabla 27. Características del proyecto evaluado 2

Definiciones del proyecto	Características
Objetivo del proyecto	Evaluación del establecimiento y comercialización de un patio de 550m ² con una densidad de 250 plantas variedad Ranco con manejo de mano de obra familiar.
Producto considerado	El producto considerado en este caso es cono de lúpulo formato flor, la razón es que el costo y disponibilidad de maquinarias para pelletizar. Según Scheihing (2015) en la región hay productores de cerveza artesanal que están dispuestos a usar este formato de venta.
Canal de comercialización principal	Productores de cerveza artesanal de la región de Los Ríos
Localización	Comuna de Máfil, Región de Los Ríos
Tamaño del proyecto (capacidad productiva/rendimiento)	El patio tiene una superficie total de 806m ² con una superficie neta de 550m ² con un marco de plantación de 1*2,2 con una capacidad de 250 plantas con un rendimiento máximo el año 7 de 225 kilos, correspondiente a 0,9 kilos por planta.
Descripción de los supuestos principales	• El estudio considera manejo familiar • No es la única actividad agrícola a la que se dedica la familia, poseen ingresos de otras actividades • El manejo es con mano de obra familiar excepto para el acondicionamiento del patio que se consideró prestación de servicios. • El producto vendido es kilo de lúpulo flor (sin pelletizar), por eso el precio de venta desciende a \$21.000 (valor referencial), la razón principal es la reducción de la vida útil del producto post cosecha. • El secado será artesanal se considerará un periodo de 4 días. • El manejo será por medio de mano de obra familiar, este costo estará expresado en jornada hombre y no será despreciado de los costos del proyecto.
Tasa de descuento considerada	10%

Las principales diferencias entre el proyecto 1 y el proyecto 2 se describen en el Tabla 28 a continuación.

Tabla 28. Diferencias principales de los proyectos evaluados

Variable	Proyecto 1	Proyecto 2
Inversiones	Adquisición de maquinarias como cosechadora, peletizadora, selladora al vacío, remolque cargador.	No considera adquisición de maquinarias. Manejo familiar.
Área cultivada	10.000 m ² plantación neta	550 m ² plantación neta
Rendimiento	Año 3 = 0,5 kilos por planta Año 4 = 0,66 kilos por planta Año 5 y 6 = 0,8 kilos por planta Año 7 al 10 = 0,9 kilos por planta	Año 3 = 0,5 kilos por planta Año 4 = 0,66 kilos por planta Año 5 y 6 = 0,8 kilos por planta Año 7 al 10 = 0,9 kilos por planta
Tamaño productivo	2.020 kilos	225 kilos
Estructura de costo	Labores de cosecha post cosecha y mantenciones por medio maquinarias.	Labores de cosecha, mantenciones y post cosecha por medio de mano de obra familiar.
Estructura de ingresos	Ingresos corresponden al valor de lúpulo pelletizado por \$25.000 el kilo.	Ingresos corresponden al rendimiento del patio en formato de lúpulo flor seca por un valor de \$21.000 /kilo
Tasa de descuento	10%	10%

Los detalles de las estimaciones del plan de inversiones y del flujo de caja pueden ser consultados los anexos, donde se detallan:

- Inversión inicial total (proyectada)
- Costos fijos y variables del proyecto
- Depreciación y valor residual.
- Ingresos estimados (proyectados)
- Flujo de caja proyección 10 años.
- Indicadores económico-financieros

4.2.1 Análisis de rentabilidad y viabilidad económico-financiera del proyecto 550m² plantación neta.

Tabla 29. Resultados principales

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS	Resultado	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 4,243,166	- Respecto al VAN y TIR si bien son positivos e indicaría que la rentabilidad de la inversión es viable y se devuelve en el año 7 se puede apreciar que la relación de los beneficios respecto a los egresos no es mayor a uno. - Con relación a esto si bien no es un buen indicador podría considerarse que; si el proyecto tiene objetivos sociales que involucren desarrollo territorial podría ser considerado.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	20%	
Relación Beneficio-Costo	1.0	
Período de Recuperación del Capital (PRC)	7	

4.2.2 Análisis de sensibilidad

Tabla 30. Escenarios y resultados principales

Escenario	Descripción	VAN	TIR	RBC	PRC
Base	Proyecto formulado	\$ 4,243,166	11%	1.0	10
1	Inclusión de un sueldo mínimo para trabajador permanente (a partir del Año 3)	-\$ 12,899,142	-	0.4	NR
2	Inclusión de un sueldo mínimo para trabajador permanente (a partir del Año 3) y aumento de precio de \$21.000 para \$24.000	-\$ 10,842,671	-	0.5	NR
3	Inclusión de un sueldo mínimo para trabajador permanente (a partir del Año 3); aumento de precio de \$21.000 para \$25.000; y aumento del rendimiento	-\$ 8,514,620	-	0.6	NR

5. Conclusiones y recomendaciones

Respecto a la evaluación económico-financiera que tiene una ha de plantación neta de lúpulo se puede concluir que requiere de una considerable inversión inicial, que ascendiente a CPL \$ 117.046.975. Esta inversión se podría ser devuelta en el último año de evaluación del proyecto, sin embargo, asumiendo una estructura de costos restrictiva en lo que se refiere a ingresos directos a la mano de obra familiar. Si bien esta inversión se devuelve y el VAN y TIR es positivo, considerar solamente estos indicadores para apoyar la toma de decisión de invertir podría ser insuficiente. Si se considera que la relación beneficio – costo (RBC) es alrededor de 1.0, se deberían buscar alternativas que mejoren la evaluación de la inversión ya que con los indicadores actuales exponen que la inversión es riesgosa y tiene el potencial de restringir las oportunidades de diversificación de ingresos y generación de renta para la agricultura a pequeña escala.

En Plan de Inversiones requiere la adquisición de herramientas, maquinarias y la construcción de estructuras físicas que permitan la implementación del cultivo. Desde el punto de vista privado, el proyecto exige una alta inversión inicial comparado al nivel de rendimiento y posibilidades de generación de ingresos a partir de la comercialización. En particular, los componentes de la inversión la adquisición de herramientas y maquinarias representan un 57% de la inversión inicial. Por lo que, una opción es diluir esta inversión y de esta manera lograr mejores indicadores. El capital de trabajo del proyecto representa el 19% y considera que los dos primeros años de operaciones no existen ingresos, se asume que el iniciativa genera ingresos directos a partir del año 3. Los costos relacionados al capital de trabajo corresponden fundamentalmente a depreciaciones. Entre el acondicionamiento del patio y construcción de la estructura componen un 16% de la inversión. La adquisición de rizomas representa 7% de la inversión y el 1% restante corresponde al sistema de riego.

Respecto al proyecto formulado, el perfil corresponde a la producción y comercialización en los mercados locales, a un precio promedio de CLP \$ 25.000 por kilo

de lúpulo, y un rendimiento de ecotipo nacional correspondiente a 0,8 kg cono seco /planta en su capacidad máxima en el año 7. En específico, esto apunta a un menor rendimiento productivo y comercial del cultivo para 1 ha de plantación neta, lo que implica un riesgo considerable desde el punto de la inversión y de la capacidad productiva del proyecto. En general, todos los resultados apuntan que la inversión es riesgosa y sensible a diferentes parámetros, sea por el lado de los ingresos y precios de venta, como por parte de la estructura de costo requerida para la operación de las actividades planeadas.

El análisis de sensibilidad ha considerado diferentes escenarios futuros. De los escenarios evaluados el que presenta valores mayormente optimistas es el que aumenta la superficie de evaluación. Pasando de 1 ha a 2 ha, la dilución de los costos de los equipos como cosechadora y pelletizadora crean un mejor escenario en cuanto a la rentabilidad de la inversión. Se podría concluir que a nivel industrial esta superficie de plantación (2 ha) garantiza mayor rentabilidad, sin embargo, si se pudieran complementar con variedades que tengan mayor rendimiento puede generar nuevos indicadores más optimistas. De todos los proyectos formulados, los mejores resultados se asocian a este escenario, en donde es posible incrementar los ingresos debido a la mayor cantidad producida y comercializada.

En relación a la productividad de las variedades nacionales respecto a las comerciales, éstas tienen la desventaja de alcanzar menor rendimiento y son menos apetecidas por los cerveceros artesanales principalmente por desconocimiento. Si se utilizaran variedades comerciales es probable tener mayores rendimientos y los valores de referencia de venta superan los CLP \$32.000, pero al no ser nacionales no pueden otorgar valor de origen a la cerveza.

En los proyectos, la certificación de origen podría permitir incrementar el precio de comercialización. En este sentido, se ha analizado un escenario en que el precio de venta asciende a CLP \$ 27.000 para un área de plan-

tación neta de 1 ha, lo que ha evidenciado resultados positivos, sin embargo, con menor impacto si lo comparamos a la situación con 2 ha de plantación neta.

Otro aspecto importante es que en los proyectos evaluados no se han considerado los ingresos por la prestación de servicios de la maquinaria adquirida en los periodos que no se usa en el predio. En términos de diversificación de ingresos e incremento del margen bruto y neto, esta podría ser una alternativa que aumente los ingresos del productor. Se estima que actualmente en la Región de Los Ríos sólo existe una empresa que presta estos servicios. Pero debido a la distancia y demanda disminuye la disponibilidad y no les permite llegar a muchos productores. Se debería determinar el plan de negocios del modelo de prestación de servicios, incorporando los costos logísticos y la potencial demanda local.

Otro aspecto relevante a discutir es que en este proyecto se ha considerado la adquisición de una maquina cosechadora y otra pelletizadora, ambas en conjunto. Se podría plantear alternativas en el modelo de negocios, como, por ejemplo, considerar solamente la compra de una cosechadora y asumir la venta de lúpulo por kilo de cono seco. En este escenario, la inversión inicial disminuiría considerablemente. Por otra parte, los ingresos pasarían a ser altamente dependientes del perfil de alfa y beta ácidos que se obtenga, lo que tiene implicaciones directas en el precio de venta del producto.

En términos de estructura del proyecto, este estudio no ha considerado la compra de un tractor, por lo que se ha considerado la contratación de servicios externos.

Otras alternativas que permitan la dilución de costos por parte de productores individuales pueden ser discutidas. Sin embargo, desde el punto de vista de la evaluación de un proyecto, se debe tener en cuenta el conjunto de costos de inversión y operación que son administrados por cada perfil de proyecto, así como contrarrestar con los potenciales ingresos generados con la actividad productiva. Se ha evidenciado la importancia en desarrollar un modelo de negocios que permita ampliar la escala de producción, de forma que incrementen y diversifiquen los ingresos.

Otras formas de ingresos que se podrían obtener por medio del patio y que este estudio no consideró es la venta de rizomas y producción de aceites esenciales. Respecto a la producción de rizomas se podría evaluar un mercado futuro en función de la propagación de lúpulo ya sea a nivel regional y/o nivel nacional, actualmente el precio de un rizoma ecotipo nacional varía entre \$3.500 y \$5.000 CLP. En cuanto a la producción de aceites esenciales los múltiples beneficios para la salud otorgados por las propiedades del lúpulo pueden también en un futuro potenciar su demanda y acceder a otro nicho de comercialización.

Actualmente, la Asociación de Productores Lúpulo de Chile (ASOLUP), puede ser un importante actor en la promoción de la asociación y cooperación entre los agentes productores locales, lo que puede crear un ecosistema favorable a la creación de nuevas oportunidades y alternativas de inversión, ya sea para labores de cosecha y post cosecha, y así como fomentar los canales de comercialización. Este manual busca, además de analizar las posibilidades y el retorno de inversiones específicas, proveer herramientas que permitan la autonomía de los actores locales en cuanto al uso de las plantillas Excel para el análisis e interpretación de los resultados económico-financieros.

En términos de apoyo directo, es importante discutir alternativas de financiamiento por parte del Estado, que puedan aportar al fomento y al desarrollo de actividades productivas en torno al lúpulo. Como toda producción agrícola la precisión y los fenómenos ambientales generan incertidumbre en proyectos de largo plazo, tal y como es el cultivo del lúpulo, en este sentido el uso de estrategias que reduzcan el riesgo para el inversionista son importantes, tales como acceder a seguros.

El ecotipo Ranco es un ecotipo nacional que permite generar un valor agregado a la producción de cerveza local ya que podría otorgar sello de origen. Sin embargo, en cuanto al rendimiento y perfil aromático, se debe considerar la demanda de este producto a nivel local. Otros estudios en variedades comerciales han indicado resultados económicos favorables, ya que éstas tienen mayor rendimiento y además tiene mayor valor comercial por kilo de cono pelletizado en comparación al ecotipo

nacional Ranco. Asumiendo un menor valor comercial de venta, el escenario que considera un precio de CLP \$ 18.000 indica resultados negativos, dejando de ser rentable la inversión.

Respecto a la evaluación económica del patio de 550m², si bien sus indicadores son positivos la razón beneficio-costos (RBC) nos indica que la retribución es relativamente baja, y poco atractiva desde el punto de vista del inversionista. La menor área de cultivo restringe considerablemente las alternativas de generación de ingresos a lo largo de la ejecución del proyecto, lo que en función de la iniciativa evaluada no se recomienda la inversión. Además, se ha considerado que el proyecto con manejo familiar en cuanto a mantenciones y operaciones del patio, restringe potencialmente los retiros de dinero en forma de sueldo. En el análisis de sensibilidad, diferentes escenarios han incorporado un ítem de sueldo (retiros) permanentes de un sueldo mínimo, lo que ha incrementado considerablemente los costos fijos, implicando resultados negativos para la inversión.

Desde el punto de vista de las debilidades del proyecto de inversión analizado, si un patio de 550m² fuera implementado por un pequeño productor de cerveza que quisiera producir su propio lúpulo podría garantizar la comercialización y probablemente aumente la rentabilidad de la inversión. Si usa una variedad nacional podría garantizar valor agregado por concepto de sello de origen, pero para esto es importante garantizar un perfil aromático que permita la producción adecuada de las cervezas y sus características principales. En este sentido, se pueden apuntar desafíos principales para la agricultura en pequeña escala para la producción de lúpulos: (1) Los canales de comercialización; (2) La inversión para la implementación del patio; (3) El perfil aromático de los productos a comercializar; (4) La accesibilidad de las maquinarias y equipos de capital.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anaya, L. (2001). Relaciones químicas entre organismos: Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Ciudad de México: Instituto de Ecología, UNAM.
- Apey, A. (2019). La fruticultura en Chile: tendencias productivas y su expresión territorial. Recuperado el https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/Art%C3%ADculo-Fruticultura_mayo-1.pdf
- Bañón, F (2013). Plantación de lúpulo de 2,04 ha en Magbondo (A Coruña). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S.I. Agrónomos (UPM) [antigua denominación], Madrid.
- Bascopé, A. (2013). Cambio climático: Impacto en la agricultura heladas. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf>
- Bascur Palacios, G. (2013). Plan de negocio de una cervecería artesanal en la Región Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago
- Behn, A., Jerez, A., Villatoro, J. M., Celedón, M., Lüer, C., & Kausel, G. (2022). Caracterización del ecotipo de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) chileno Ranco en la Región de Los Ríos. *Agro Sur*, 49(3), 33–44. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2021.v49n3-04>
- Benedetto, M. (2019). El lúpulo y su potencial. Secretaría de Agroindustria. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. República Argentina. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=189>
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2008). Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs, 2 volume set. John Wiley & Sons.
- Burgess, A. H. (1964). Hops: Botany, Cultivation, and Utilisation. Hops: Botany, Cultivation, and Utilisation.
- Cameroni, M. (2013). Ficha Cono de Lúpulo. Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. pp. 1-7. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/lupulo_2013_08Ago.pdf
- Campbell, CAM & Ridout, MS (2001) Efectos del espaciamiento de las plantas y la intercalación con la colza sobre la colonización de lúpulos enanos por el pulgón del ciruelo, *Phorodon humuli*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99 (2), 211-216.
- Campbell, S., & Pearson, B. (2018). [EP561] Packaging and Storage of Hops (*Humulus lupulus*). *EDIS*, 2018(4).
- Carvajal, J. (2000). Curso elaboración de cerveza, sidra y vinagre en forma casera. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Cazanga R., von Bennewitz E., Quiñones X. y Fredes C. 2012. Zonificación agroclimática de aptitud productiva para arándano en la Región del Maule, bajo condiciones climáticas actuales y futuras. Libro de Resúmenes. 63º Congreso Agronómico 2012. Temuco, Chile.
- Cazanga R. 2011. Capítulo 3: Zonificación de aptitud para la producción vitícola y de aceite de oliva, en la Provincia de Cauquenes. En Denominación de Origen para el Vino y Aceite de Oliva: Una apuesta a la diferenciación de Cauquenes. Marisol Reyes e Irina Díaz Editores. Boletín INIA nº 217. 240p.
- Chiera, A. (1949). Contribución al conocimiento del lúpulo argentino: estimación de su calidad cervecera (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Chile, asociación de productores de cerveza Chile S.A (ACECHI). 2019. (On line) <http://acechi.cl>

- Conway, S.; Reid, S. (2008). *Humulus lupulus* – Hops. College Seminar 235 Food for Thought: The Science, Culture, & Politics of Food Spring 2008
- Darby, H., Bruce, J., & Lewins, S. (2017). Hop Harvest Timing.
- Darby, H. (2011). Fertility guidelines for hops in the Northeast. University of Vermont Extension Program.
- De Keukeleire, J., Ooms, G., Heyerick, A., Roldan-Ruiz, I., Van Bockstaele, E., (2003). Formation and accumulation of α -acids, β -acids, desmethylxanthohumol, and xanthohumol during flowering of hops (*Humulus lupulus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15), 4436-4441.
- Del Valle, J. M., Rivera, O., Teuber, O. y Palma, M. (2003). Supercritical CO₂ extraction of Chilean hop (*Humulus lupulus*) ecotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(13), 1349–1356. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1547>
- Defra (2011). Fertiliser Manual (RB209).
- Delahunty, K. M., & Johnston, J. C. (2015). Strategies for Weed Management in Organic Hops, a Perennial Crop. *Agronomy Journal*, 107(2), 634-640.
- Dodds, K., (2017). Hops a guide for new growers. Department of primary industries.
- Dultuh News Tribune. (2016). Hoops on hops: Forecasting craft beer trends for 2017. From <http://www.duluth-newstribune.com/features/taste/4187527-hoops-hops-forecasting-craft-beer-ends-2017>
- Eibel, S., Neugrodda, C., Celedón, M., Behn, A. y Kausel, G. (2015). Caracterización genética y morfológica de ecotipos de *Humulus lupulus* del sur de Chile. 66° Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile (SACH) junto al 13° Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura (SOCHIFRUT), “Recursos 26 Hídricos - el Desafío de la Agricultura Chilena”, del 17 al 20 noviembre de 2015, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Escauriaza, R. (1947). Cultivo del lúpulo. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Madrid, España.
- Espinosa, J. (1993). Análisis foliar: fundamentos y métodos de evaluación.
- Evans, R., 2003. Hop management in water-short periods. Washington State University Fact 458 Sheet: EM4816, Drought Advisory. 459 <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/em4816/em4816.pdf> (accedido 08 March 2012).
- Forster, A. (2001): La importancia del año de cosecha para evaluar los productos de lúpulo. Brauwelt
- García, B., & Castillo-Olivas, O. (2018) Biología del acaró de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. en laboratorio en chapingo, estado de México.
- Gent, D. H., Barbour, J. D., Dreves, A. J., James, D. G., Parker, R., Walsh, D. B., & O’Neal, S. (2009). Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Oregon State University, University of Idaho, USDA Agricultural Research Service, Washington State University, USA.
- Gingrich, G. A., Hart, J. M., & Christensen, N. W. (1994). Hops.
- Gobierno regional. (2022). Obtenido de <https://www.goredelosrios.cl/index.php/89/>
- González, K. (2017). Plan de negocios para cultivo y exportación de lúpulo desde la región de los ríos. Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147497/Plan-de-negocios-para-cultivo-y-exportacion-de-lupulo-desde-la-Region-de-los-Rios.pdf>
- González, R., & Rojas, A. (2014). La relevancia evolutiva de los ecotipos. *Elementos*, 9(14), 49-54

- Guerberoff, G. K., Marchesino, M. A., López, P. L., & Olmedo, R. H. (2020). El perfil sensorial de la cerveza como criterio de calidad y aceptación.
- HAPI, (2019). Fertility guide for hops. Hop Research Center (HAPI)
- Harp, D. C., Townsend, M. S., Qian, Y., & Shellhammer, T. H. (2014). Effect of harvest maturity on the chemical composition of Cascade and Willamette hops. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 72(4), 231-238.
- Holdings, K. (2019). Kirin Beer University Report: Global beer consumption by country in 2014.
- INDAP. (2017). optimizar la implementación de los instrumentos de acuerdos de producción limpia (APL) y acuerdos de producción limpia sustentable (APL-S) para la AFC del país. Informe final de la consultoría FIA-INDAP. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/sites/default/files/2022-02/consultor%C3%ADa-fia-indap-propuesta-optimizacion-apl---afc.pdf>
- IPCC. 2022: <https://www.ccafs.cgiar.org/es./home>.
- Jackson, D., Siegle, L., & Scoggins, H. L. (2019). Irrigation Considerations for Commercial Hop Producers.
- Jaramillo, P. (2016). Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Revista Gestión*, 50-55.
- Kausel, G., & Bhen, A. (2016). Cerveceros artesanales de la región de los ríos, Chile - Diagnóstico y perspectivas para apoyar su desarrollo sustentable.
- Kneen, R., (2004). Small-Scale & Organic Hops Production. Left Fields Farm and BC Investment, Canada. pp. 1-37. <http://cesonoma.ucanr.edu/files/238645.pdf>
- Kovačević, M., & Kač, M. (2002). Determination and verification of hop varieties by analysis of essential oils. *Food Chemistry*, 77(4), 489-494. doi:10.1016/s0308-8146(02)00114-0
- Kuepper, G., & Adam, K. L. (2012). Hops: Organic Production. ATTRA
- Laboski, C. & Baxter, C. (2017). Fertilizer Management for Hop. Hop Production for the Craft Brew Industry 8th Annual Seminar, 2/25/17 Amherst, WI. 111(5), 2499-2502.
- Leskovar, L. (1978). El lúpulo: su cultivo y procesamiento. Editorial Hemisferio Sur S.A. pp. 1-44.
- Lerdon, J., & Scheihing, G. (2016). Análisis económico del establecimiento de *Humulus lupulus* L. *Agro Sur*, 44(1), 71-78
- Lerdón, J. (2018). Preparación y evaluación de proyectos agrícola industriales. (Instituto de Economía agraria. Universidad Austral de Chile)
- Liyanage, A. D. S., & Royle, D. J. (1976). Overwintering of *Sphaerotheca humuli*, the cause of hop powdery mildew. *Annals of applied Biology*, 83(3), 381-394.
- Lizotte, E., Sirrine R., Miles T., Jess L. & Zandstra B. (2018). Hop management guide. University of Michigan Extension Program.
- Lizotte, E., Sirrine R., Miles T., Jess L. & Zandstra B. (2020). Hop management guide. University of Michigan Extension Program.
- Lorenzana, A., Seco, M. V. & Magadán, J. A. (2006). Spatial and altitudinal distribution of *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Hemiptera, Aphididae) in the hop. *Phytoma España* (España).
- Lüer, C. (2019). Caracterización de ecotipos chilenos de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) en la Región de los Ríos (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).
- Magadan, J., Olmedo, J., Pineiro, J., Valladares, J., García, J. y Fernández, J., (2011). Guía del cultivo del Lúpulo. (On line) Sociedad Agrícola Española. <http://www.lutega.com/pdf/guiacultivo.pdf> (10 Nov. 2017).

- Mahaffee, W. F., Pethybridge, S. J., & Gent, D. H. (2009). *Compendium of hop diseases and pests*. American Phytopathological Society (APS Press).
- Maino, M. (1983). El cultivo del lupulo en Galicia: una riqueza perdida. *Anuario brigantino*, (6), 101-104.
- Martínez, J. (2020). Producción de harina de bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera (Bachelor's thesis).
- Matsche, B., Insa, A. M., Wiesen, E., Schönberger, C., & Krottenthaler, M. (2018). The influence of yeast strains and hop varieties on the aroma of beer. *brewing science*, 71(5-6), 31-38
- Ministerio del medio ambiente. (2013). Plan de adaptación del cambio climático del sector silvoagropecuario. Elaboración Plan acción nacional de cambio climático 2008-2012. En cooperación Alemana a través de Deutsche. Santiago. Obtenido de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/07/plan_CC_Silvoagropecuario.pdf
- Morales Ibañez, J. A. (2019). Estudio de factibilidad para elaboración y comercialización de producto en la industria cervecera artesanal en la región del BIO-BIO.
- Morales-Salinas Luis, Cárdenas-Jirón Luz, Ruivo C. Celestino, Da-Silva M. Luis, Neira-Román José, Santelices-Vargas Daniela, Cazanga Solar Rodrigo. 2018. Calibration Hargreaves-Samani model to estimate monthly mean global solar radiation in central-south Chile. *Advances in Meteorology*.
- Moradillo, J. L. V., & Jimeno, J. E. G. (1997). Evolución de los macronutrientes en el cultivo de lúpulo. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, (780), 573-576.
- Morcol, T. B., Negrin, A., Matthews, P. D., & Kennelly, E. J. (2020). Hop (*Humulus lupulus* L.) terroir has large effect on a glycosylated green leaf volatile but not on other aroma glycosides. *Food chemistry*, 321, 126644.
- Murcia, J. L. (2017). La cerveza artesana revoluciona el mercado mundial: Innovación local frente a la industria global. *Distribución y consumo*, 27(148), 71-73.
- Nakawuka, P., Peters, T. R., Kenny, S., & Walsh, D. (2017). Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley, Washington State. *Industrial Crops and Products*, 98, 82-92
- Neve, R. A. (2012). *Hops*. Springer Science & Business Media.
- Novoa Salamanca, M. A. (2009). Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: Phytoseiidae) para el control de *Tetranychus urticae*-Koch (Acariforme: Tetranychidae) en rosa.
- Novoa R. y Villaseca S. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA.
- Observatorio de complejidad económica OEC. (2021). Conos fresco molidos e incluso triturados; lupulino en Chile. Obtenido de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/hops/reporter/chl>
- Odum, E. P., Ortega, A., & Teresatr, M. (2006). *Fundamentos de ecología* (No. 574.5 O35).
- Oficina de estudios y políticas agrarias. (2019). Boletín de hortalizas frescas. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-hortalizas-frescas-octubre-de-2019>
- Plan de desarrollo productivo. (2021). Informe de avance n°2 "Plan de zonificación edafoclimática para el cultivo lúpulo en la región de los Ríos BIP 40001371-0.
- Plant, E. (2008). Protocol for distinctness, Uniformity and stability tests.
- Probasco, G. (1997). Hop characteristics used to determine optimum harvest time. *Proc. of the Technic. Comm. IHGC, Prague, Czech Republic*, 19-34.

- Radisek, S. (2009). Verticillium wilt. p. 33–36. In Mahaffee, W.F. et al. (ed.) Compendium of hop diseases and pests. The American Phytopathological Society, St Paul, MN
- Rizzi, M. R., & Tarazi, N. S. (2018). Producción de cerveza artesanal reemplazando pellets por flor de lúpulo variedad cascade en la ciudad de Córdoba (Bachelor's thesis).
- Roberts, T. R. (2016). Hops. In *Brewing Materials and Processes* (pp. 47-75). Academic Press.
- Rossbauer, G.; L. Buhr; H. Hack; S. Hauptmann; R. Klose; U. Meier; R. Staus; E. Weber (1995). "Phänologische Entwicklungsstadien von Kultur-Hopfen (*Humulus lupulus* L.)": 249–253 (<https://nebraskabinettimes.wordpress.com/>)
- Rodríguez, S.J. (1993). La fertilización de los cultivos, un método racional. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 291 p.
- Rodríguez, H., (2003). Determinación de Parámetros Físico Químicos para la Caracterización de Cerveza tipo Lager elaborada por la Compañía Cervecería Kunstmann S.A. Tesis Ingeniero Alimentos, Universidad Austral de Chile. 95 p. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/far696d/doc/far696d.pdf>
- Srečec, S., Rezić, T., Šantek, B., & Marić, V. (2009). Hop pellets type 90: Influence of manufacture and storage on losses of α -acids. *Acta alimentaria*, 38(1), 141-147.
- Soto Oliva, D. O. (2019). Plan de negocio para la comercialización y distribución de Cerveza Artesanal en la Región Metropolitana.
- Suárez Díaz, M. (2013). Cerveza, componentes y propiedades.
- Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N.C., Ventura, G., Cromack, H.T.H. (2000). Agronomy of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products* 11, 107-118.
- Vargas, C., 2016. Industria cervecera impulsa nueva producción de lúpulo. Reportaje revista agrícola Chile 155: 6 – 11.
- Tapia Díaz, R. J. (2017). Exportación de cerveza artesanal al mercado de Santiago de Chile.
- Teuber, O., (1999). Lúpulo: Sabor y aroma tras la cerveza. Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Coyhaique, Chile, pp. 32-35. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR26129.pdf>
- Teuber, O. (2001). Lúpulo: sabor y aroma tras la cerveza. (On line) Tierra adentro 36: 32-35 <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR26129.pdf> (3 nov. 2017).
- Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. IICA.
- Van Holle, A. (2020). Impact of hop terroir on beer flavour characteristics. Universiteit Gent. Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen.
- Vásquez, C., & Ceballos, M. C. (2009). Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a los plaguicidas clorfenapir y abamectina en condiciones de laboratorio. *Idesia (Arica)*, 27(1), 23-28.

Anexo 1.- CARTOGRAFÍA TERRITORIAL Y CLIMÁTICA

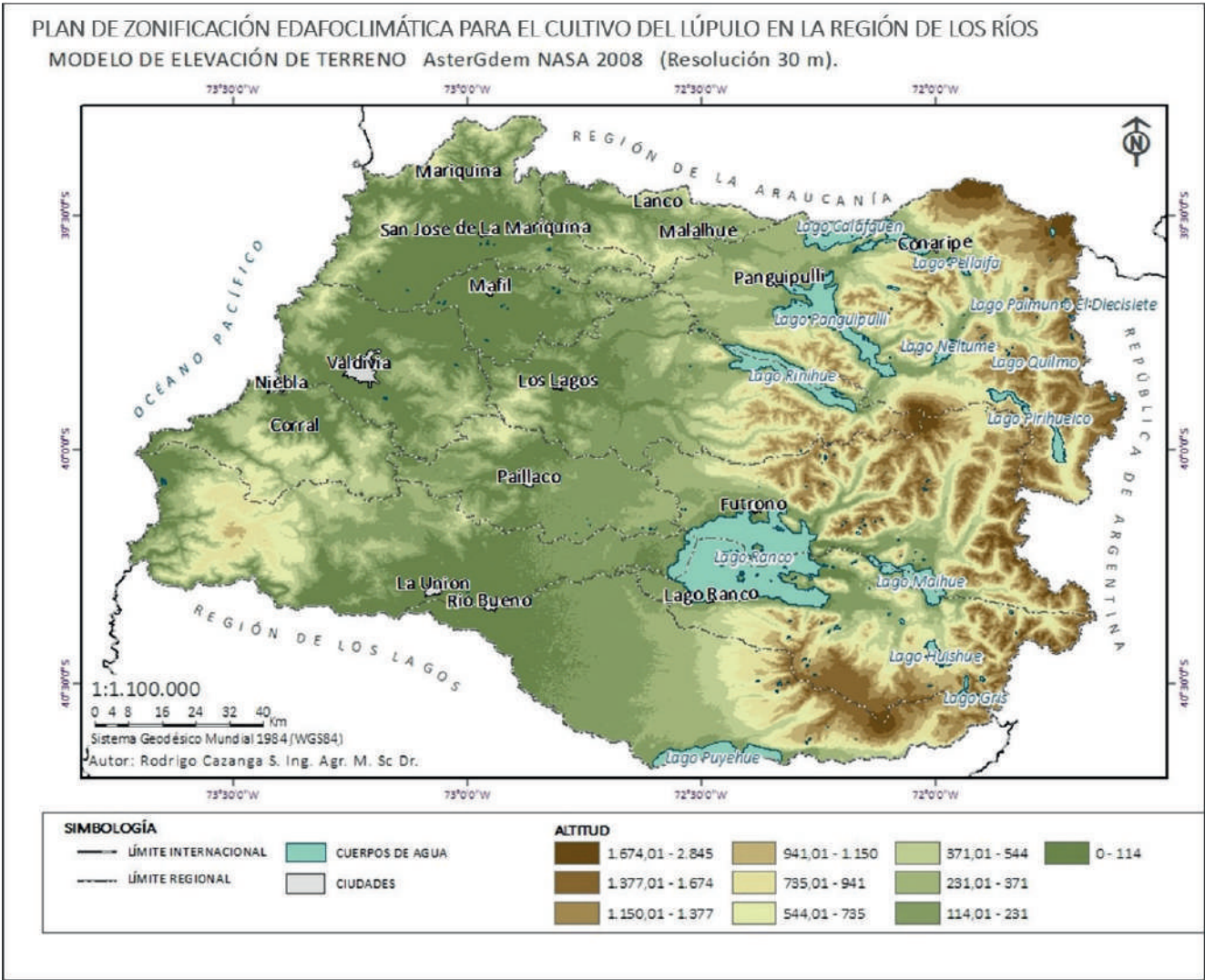


Figura 2. Modelo de elevación de terreno de la región de Los Ríos (m).

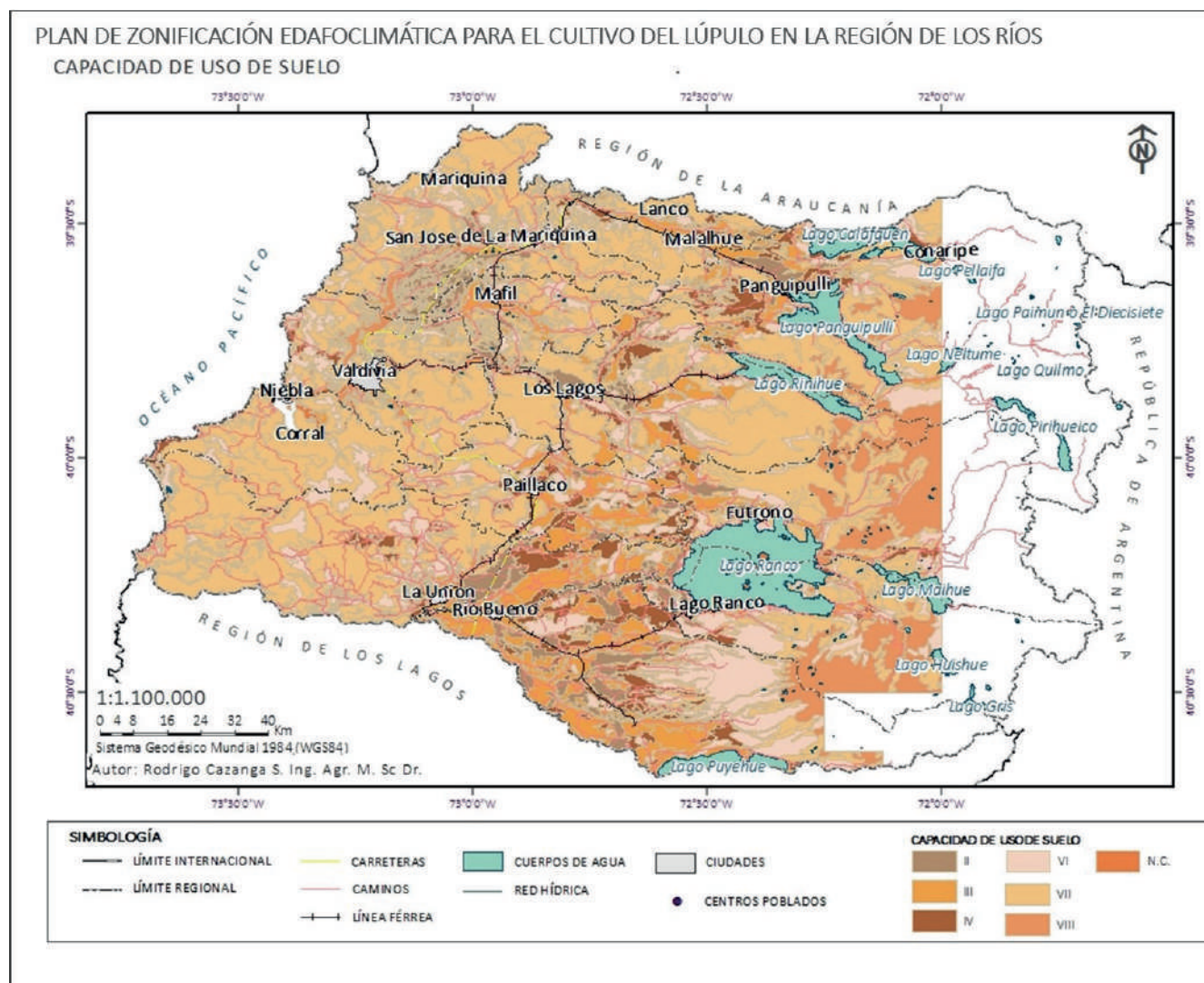


Figura 3. Mapa de suelos, según su clase de capacidad de uso, región de Los Ríos

Resultados del estudio de variables climáticas del territorio de la Región de Los Ríos

Los mapas presentados en este anexo dan cuenta de la variación espacial de las principales variables climáticas en el escenario actual (línea base) y en los escenarios A2 definido por el IPCC para los años 2030 y 2040. La información climática de la región de Los Ríos fue generada siguiendo la metodología de Morales y Neira (2009). Se realizó la recopilación de la información de las estaciones meteorológicas disponibles en la región; el análisis estadístico, validación e ingreso de información al sistema digital; se construyó el modelo digital de elevación, la topoclimatología y la cartografía digital en escala 1:1.000.000.

Los mapas de temperaturas máximas de enero muestran una clara tendencia al alza (Figura 3, 4 y 5), tal como ha sido proyectado en diferentes estudios (CONAMA., 2006). En el escenario 2030, la superficie con temperaturas máximas de enero entre 25 y 27°C se expanden a gran parte de la región y existen áreas específicas donde ésta puede llegar sobre los 30°C (Figura 4). En el escenario 2040, aumentará la superficie con temperaturas medias del mes de enero superiores a 30°C (Figura 5).

De acuerdo con la información climática, las temperaturas máximas del mes de julio actuales fluctúan entre 4,41 y 14,32°C (Figura 6). En los escenarios 2030 y 2040, las temperaturas máximas aumentarán al rango de 11,76 y 14,32°C (figuras 7 y 8). Por otra parte, las temperaturas mínimas del mes de julio que actualmente fluctúan entre 1,71 y 5°C en la mayor parte de la región (Figura 9), aumentarán en el escenario 2040, llegando a valores de 4,01 y hasta 12°C (Figura 10).

Respecto de las precipitaciones los mapas muestran una disminución de la precipitación del mes de enero, que para el 2030 podría variar entre 9 y 36% con las mayores reducciones en la zona centro de la región, donde actualmente se registran las menores precipitaciones (Figura 11). Para el año 2040, esta reducción podría llegar a ser entre 10 y 39% dependiendo de la zona (Figura 13).

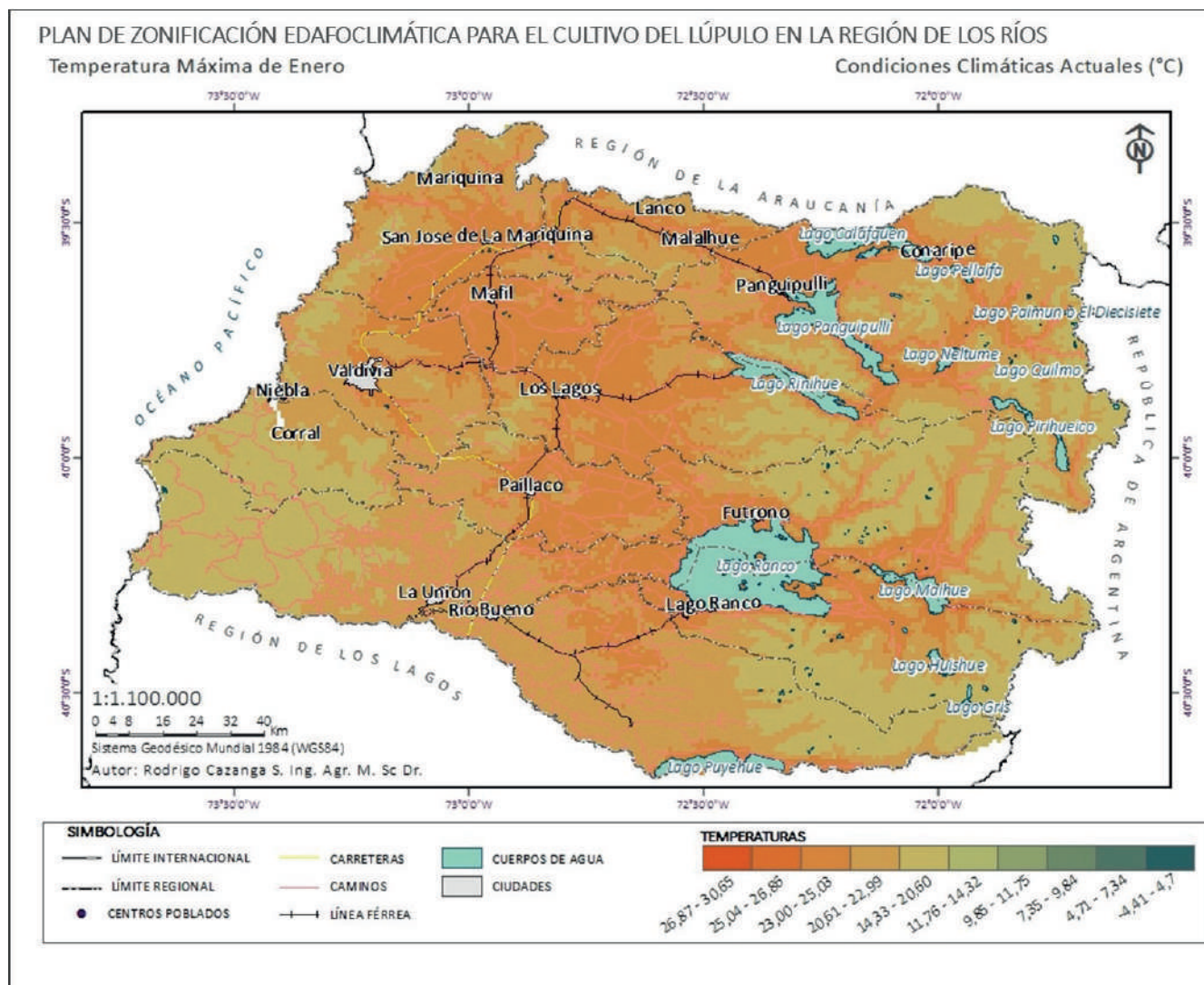


Figura 4. Temperatura máxima de enero (°C), condiciones climáticas actuales, región de Los Ríos.

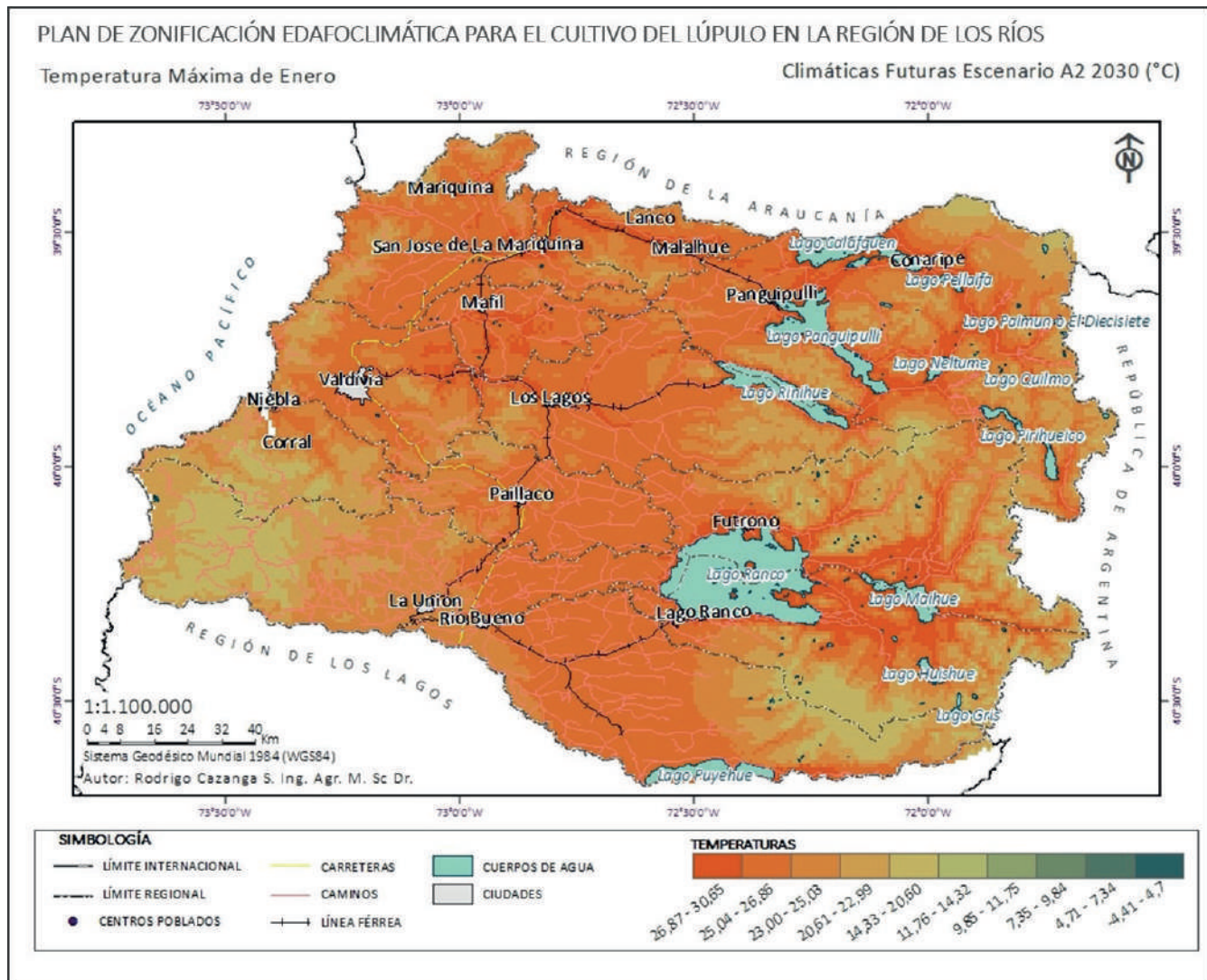


Figura 5. Temperatura máxima de enero (°C), condiciones climáticas futuras, escenario A2 2030, región de Los Ríos.

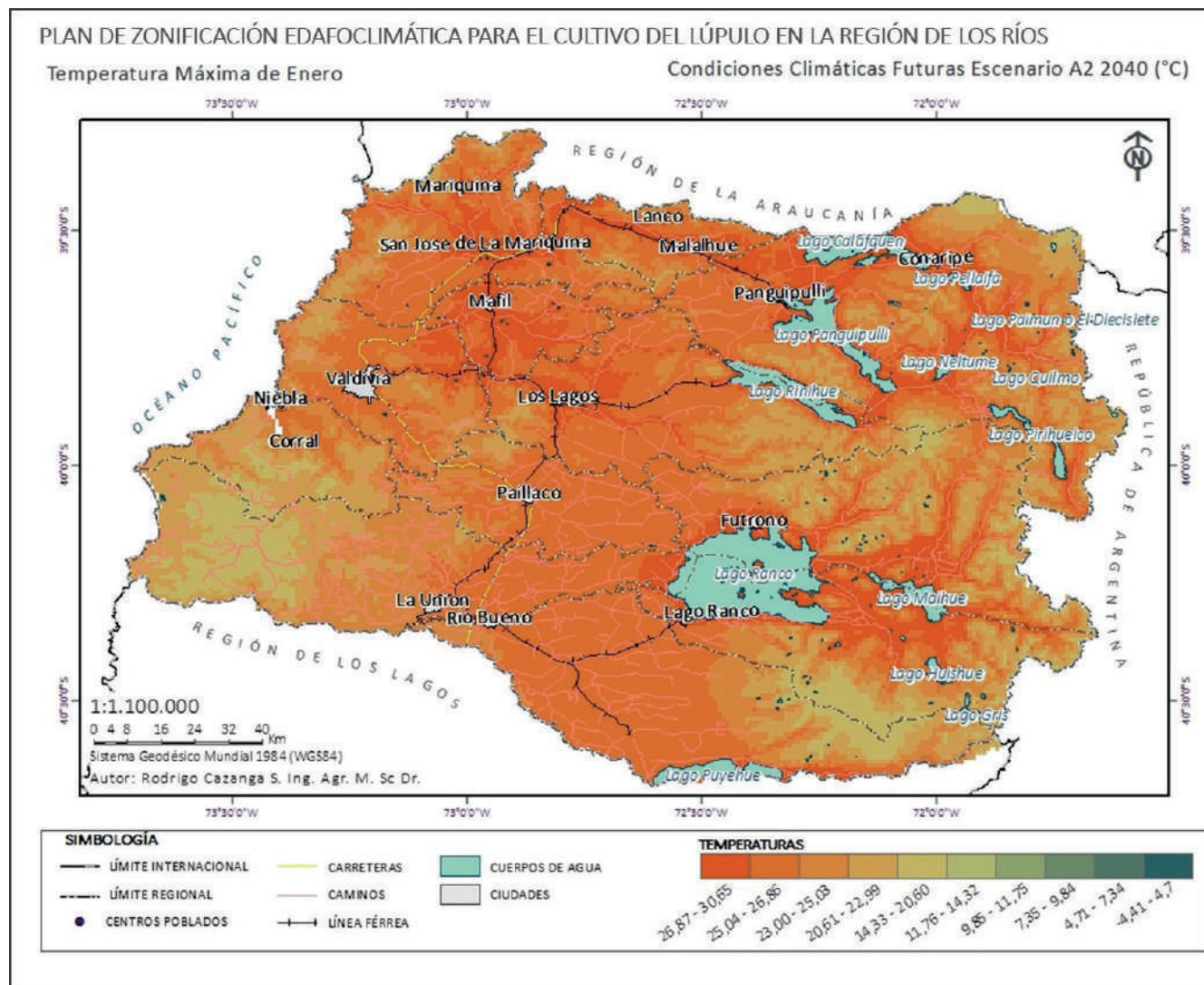


Figura 6. Temperatura máxima de enero (°C), condiciones climáticas futuras, escenario A2 2040, región de Los Ríos.

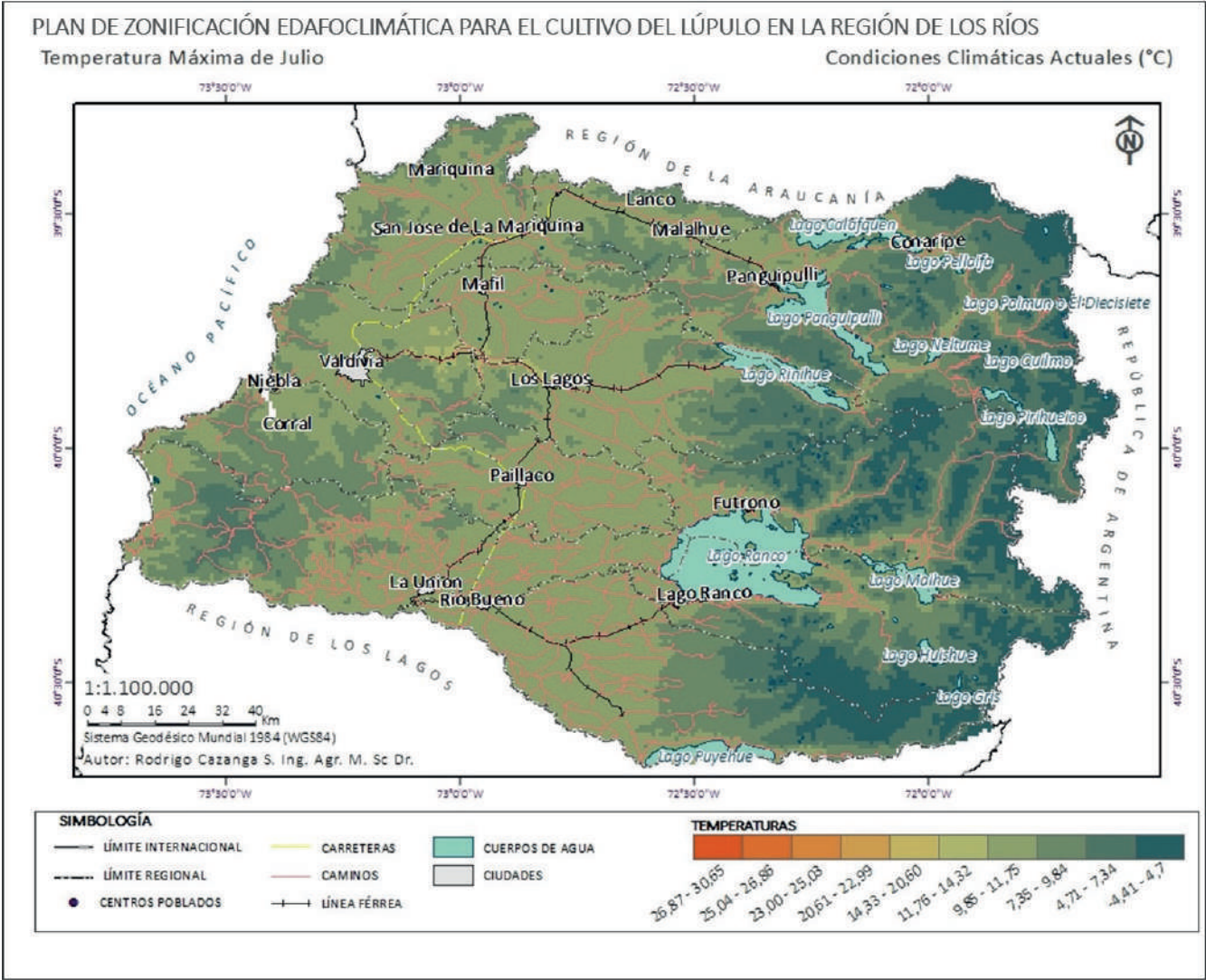


Figura 7. Temperatura máxima de julio (°C) en las condiciones climáticas actuales, región de los Ríos.

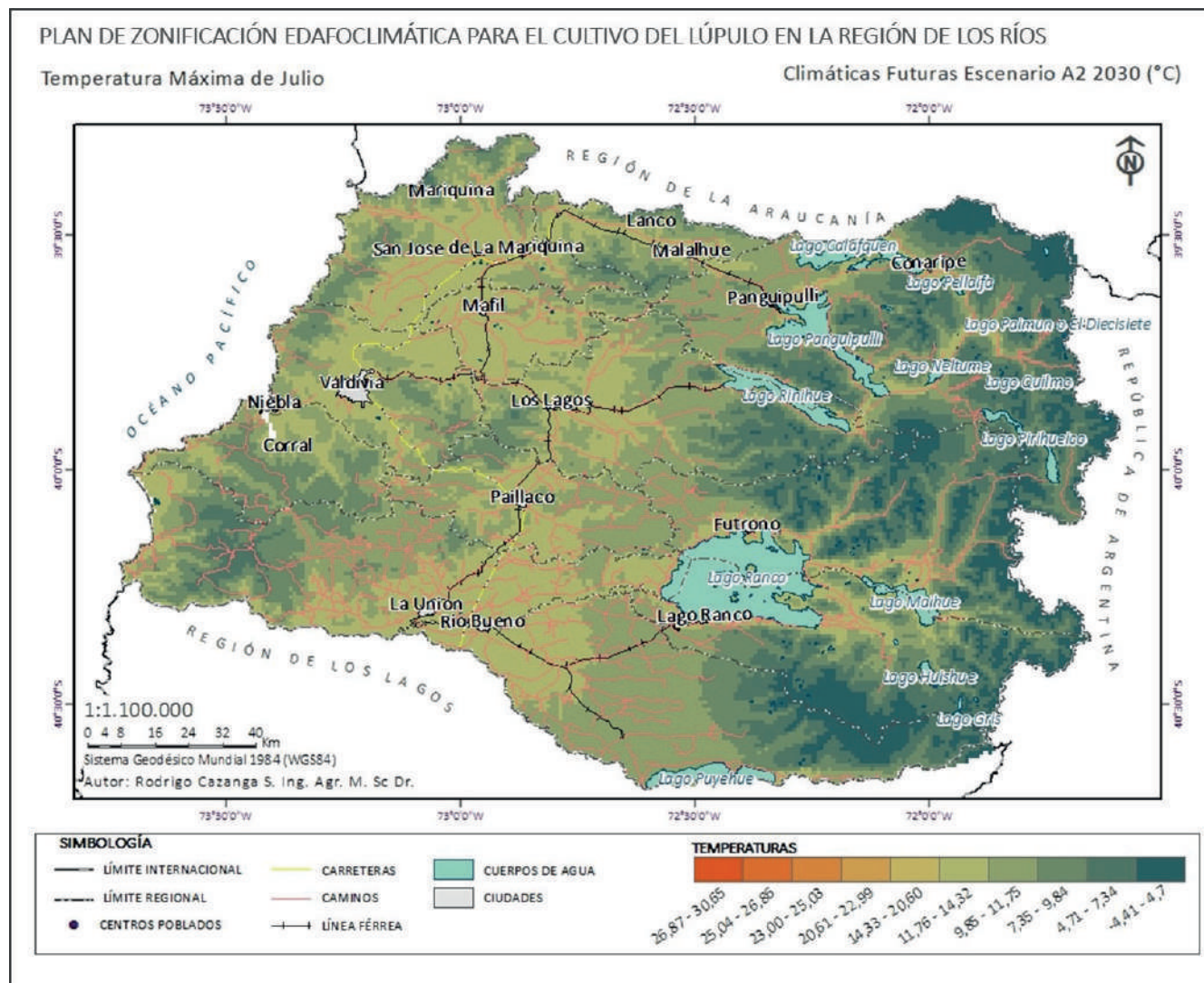


Figura 8. Temperatura máxima de julio (°C) en las condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2030, región de los Ríos.

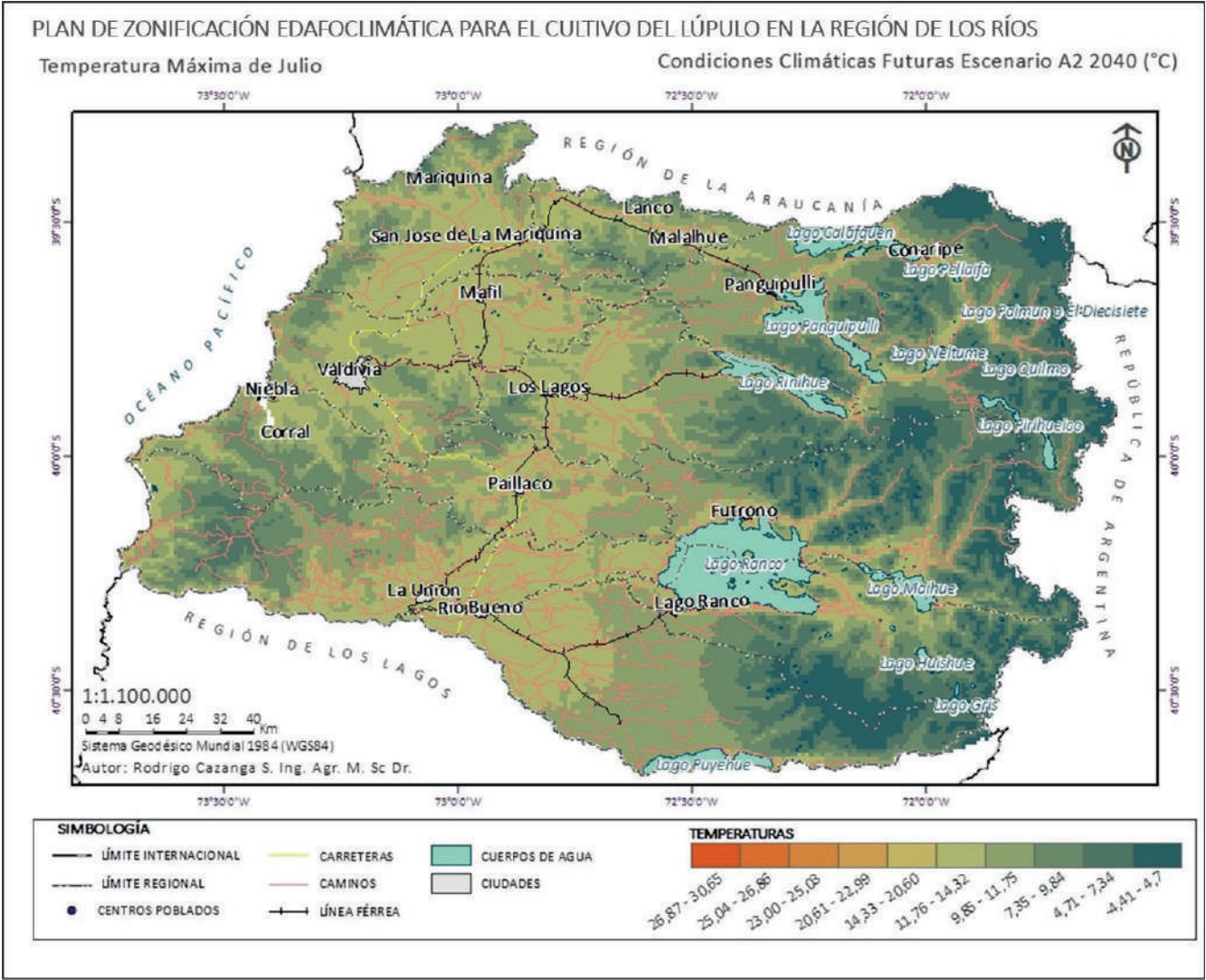


Figura 9. Temperatura máxima de julio (°C) en las condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2040, región de los Ríos.

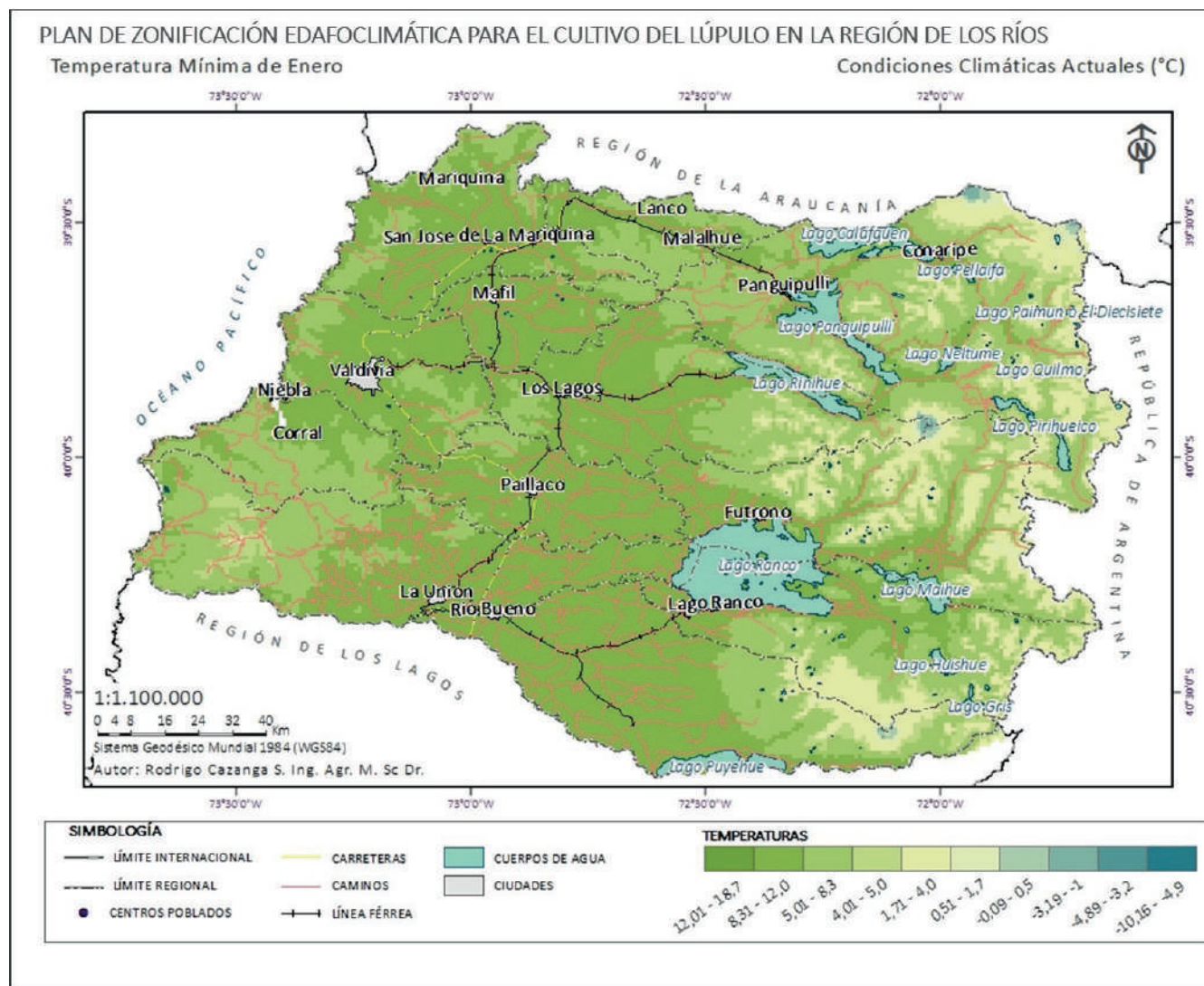


Figura 10. Temperatura mínima de enero (°C), condiciones climáticas actuales, región de los Ríos.

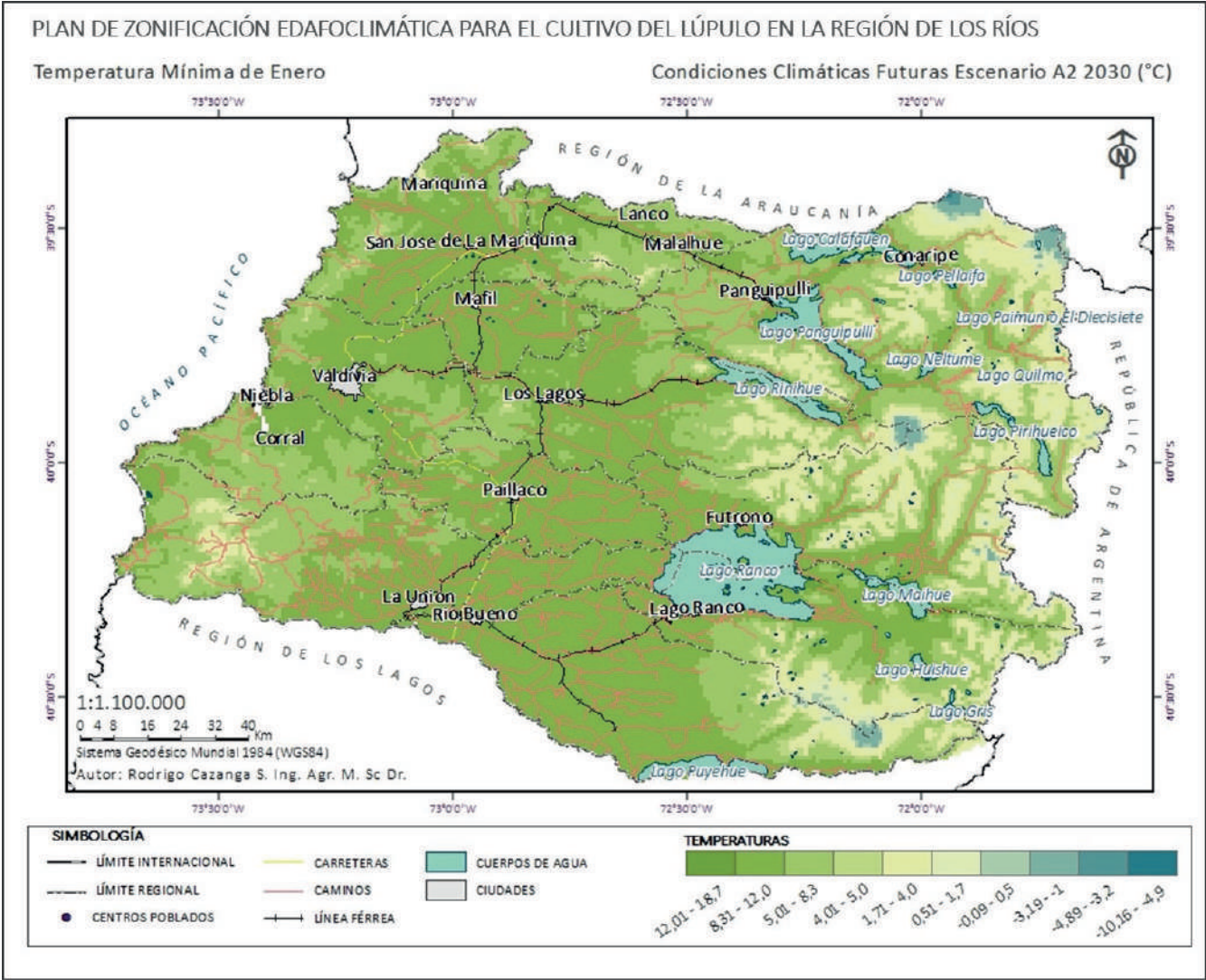


Figura 11. Temperatura mínima de enero (°C), condiciones climáticas actuales, Escenario A2 2030, región de los Ríos.

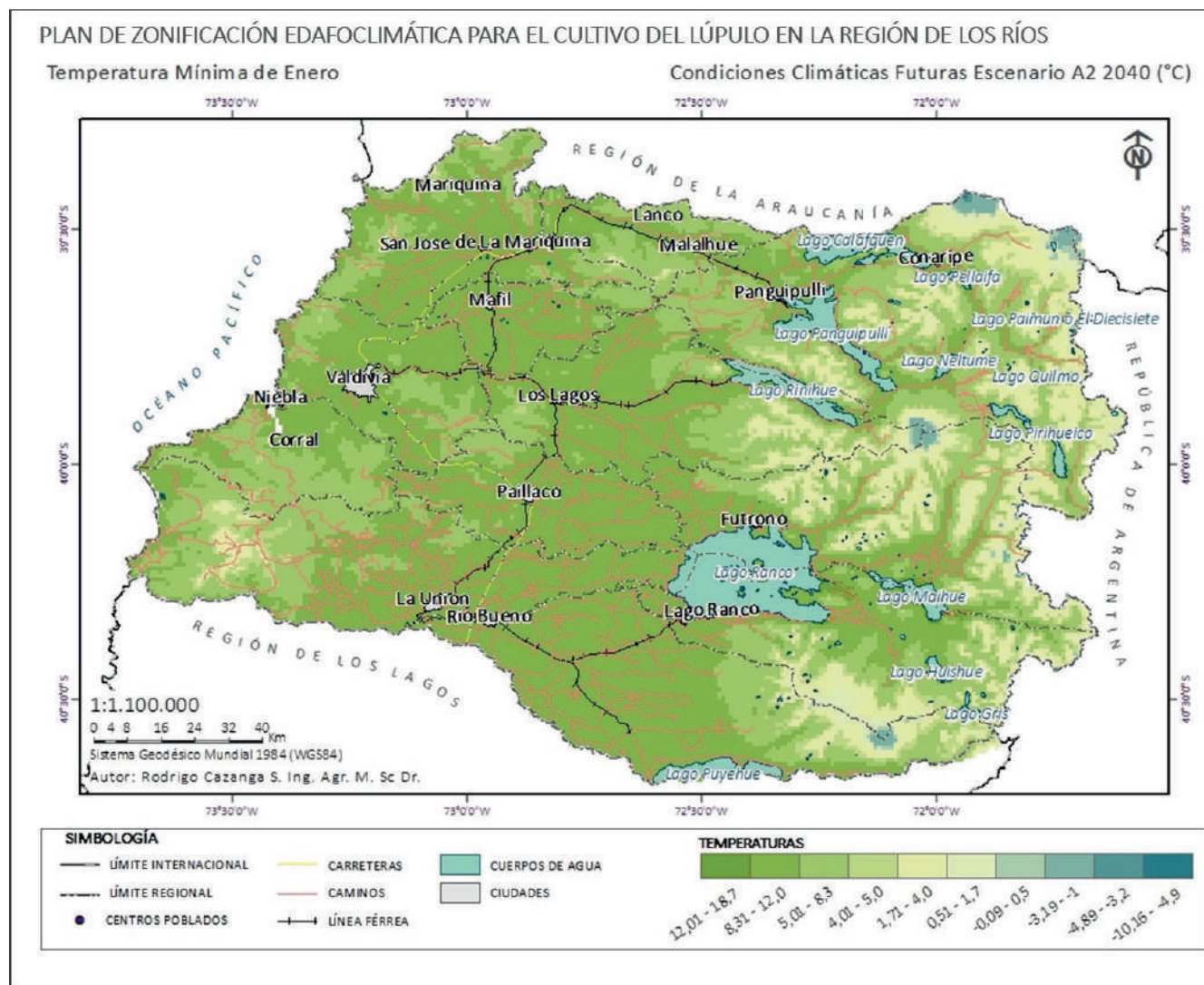


Figura 12. Temperatura mínima de enero (°C), condiciones climáticas futuras, Escenario 2040, región de los Ríos.

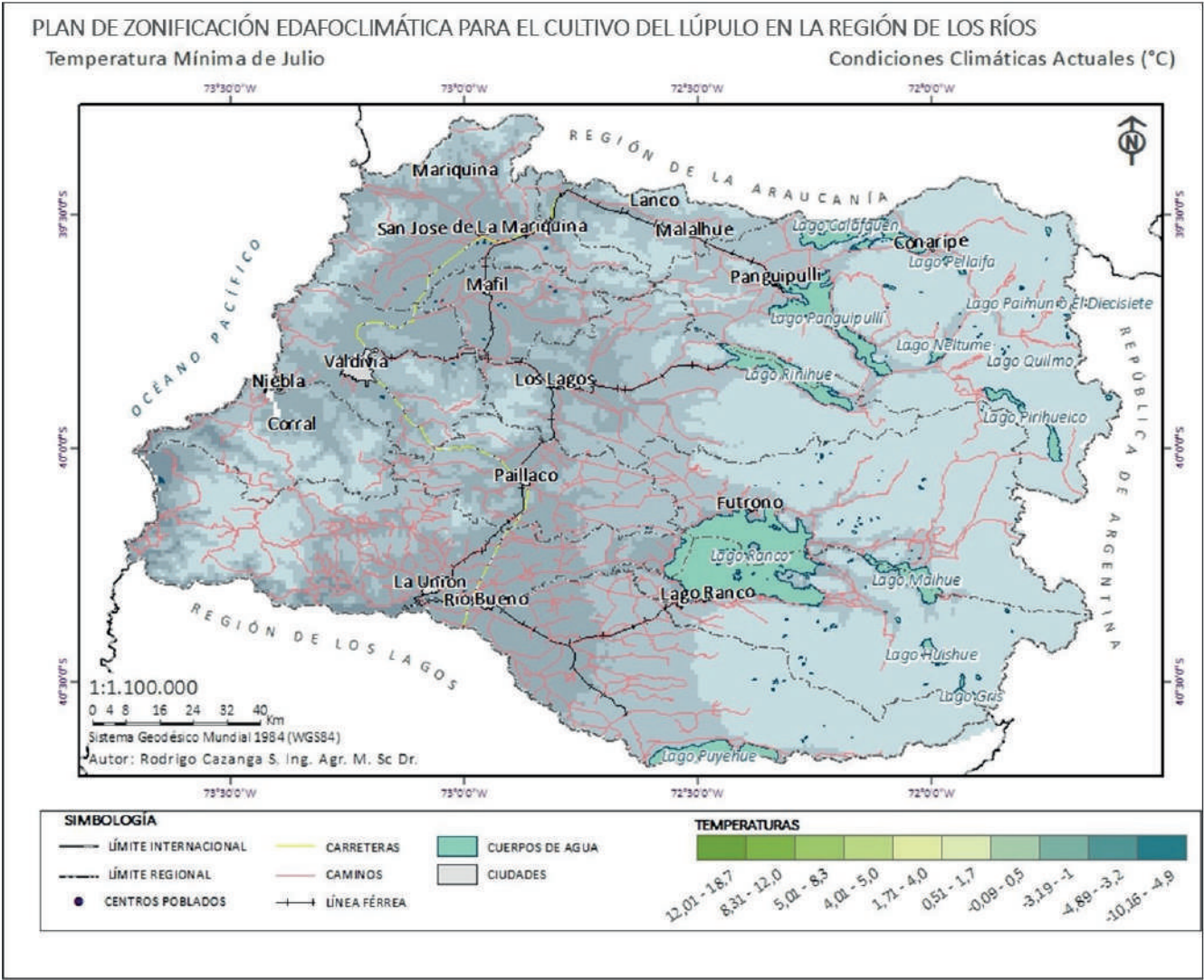


Figura 13. Temperatura mínima de julio (°C), condiciones climáticas actuales, Escenario A2 2030, región de los Ríos.

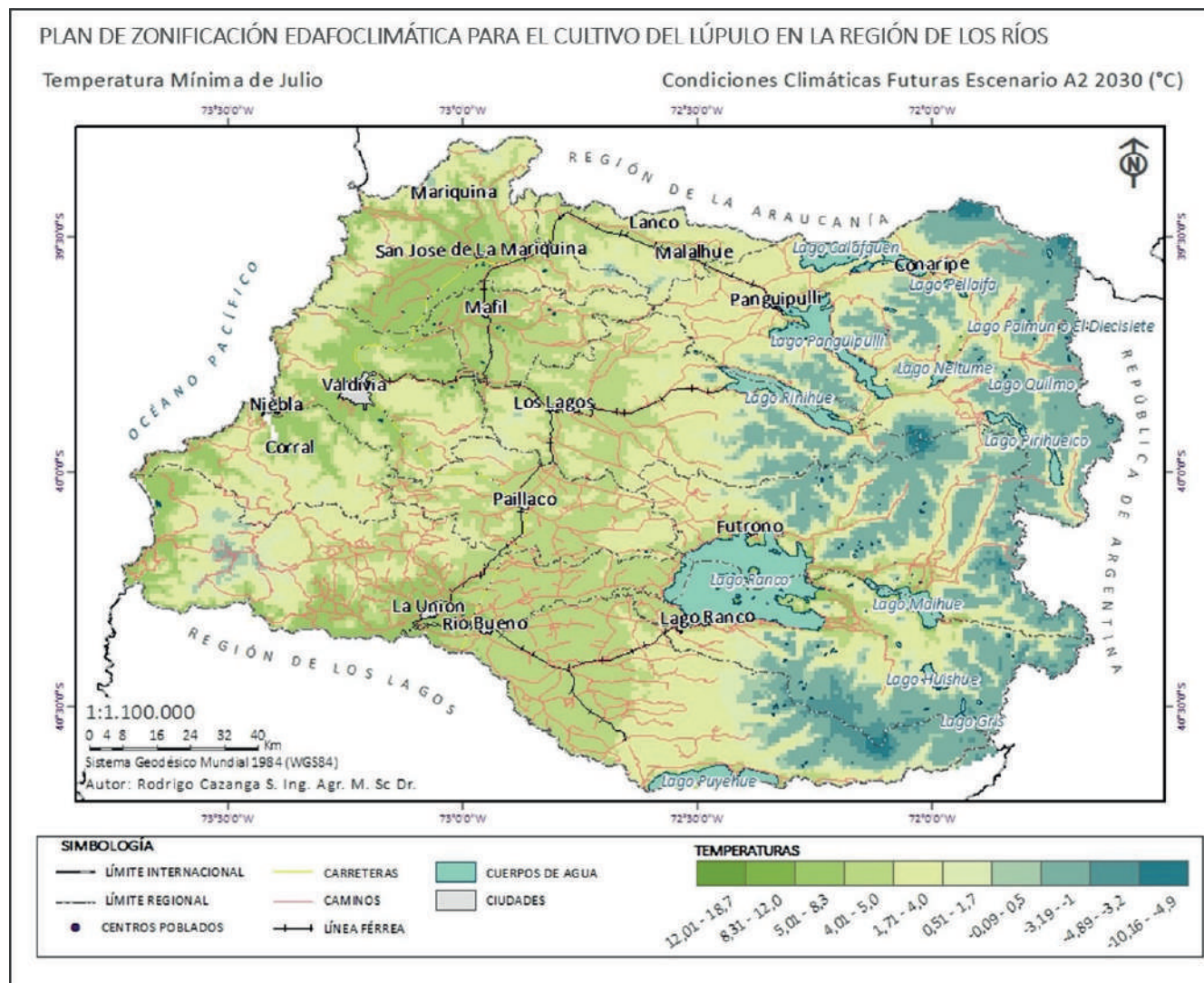


Figura 14. Temperatura mínima de julio (°C), condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2030, región de los Ríos.



Figura 15. Temperatura mínima de julio (°C), condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2040, región de los Ríos.

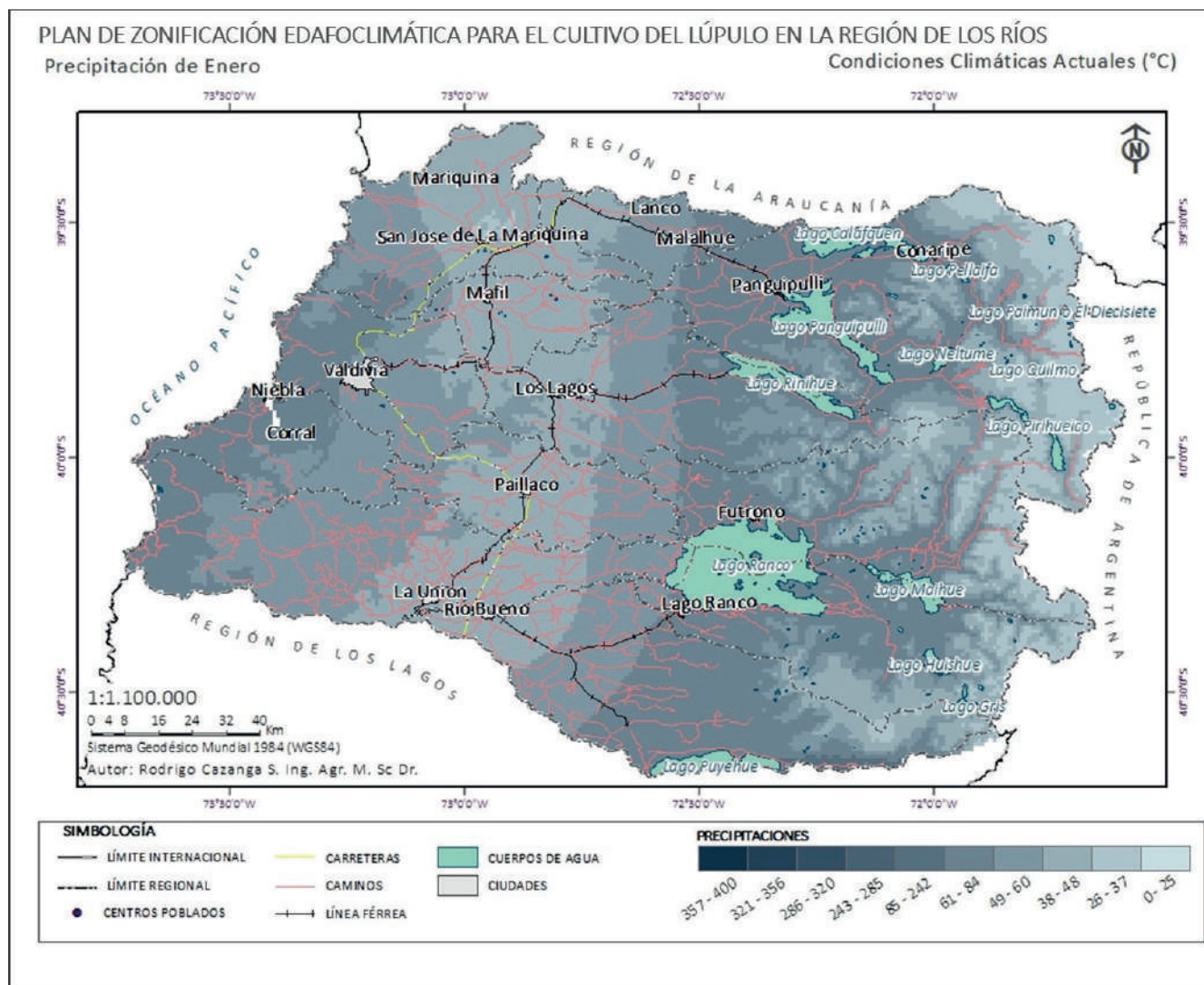


Figura 16. Precipitación del mes de enero (mm), condiciones climáticas actuales, región de los Ríos.

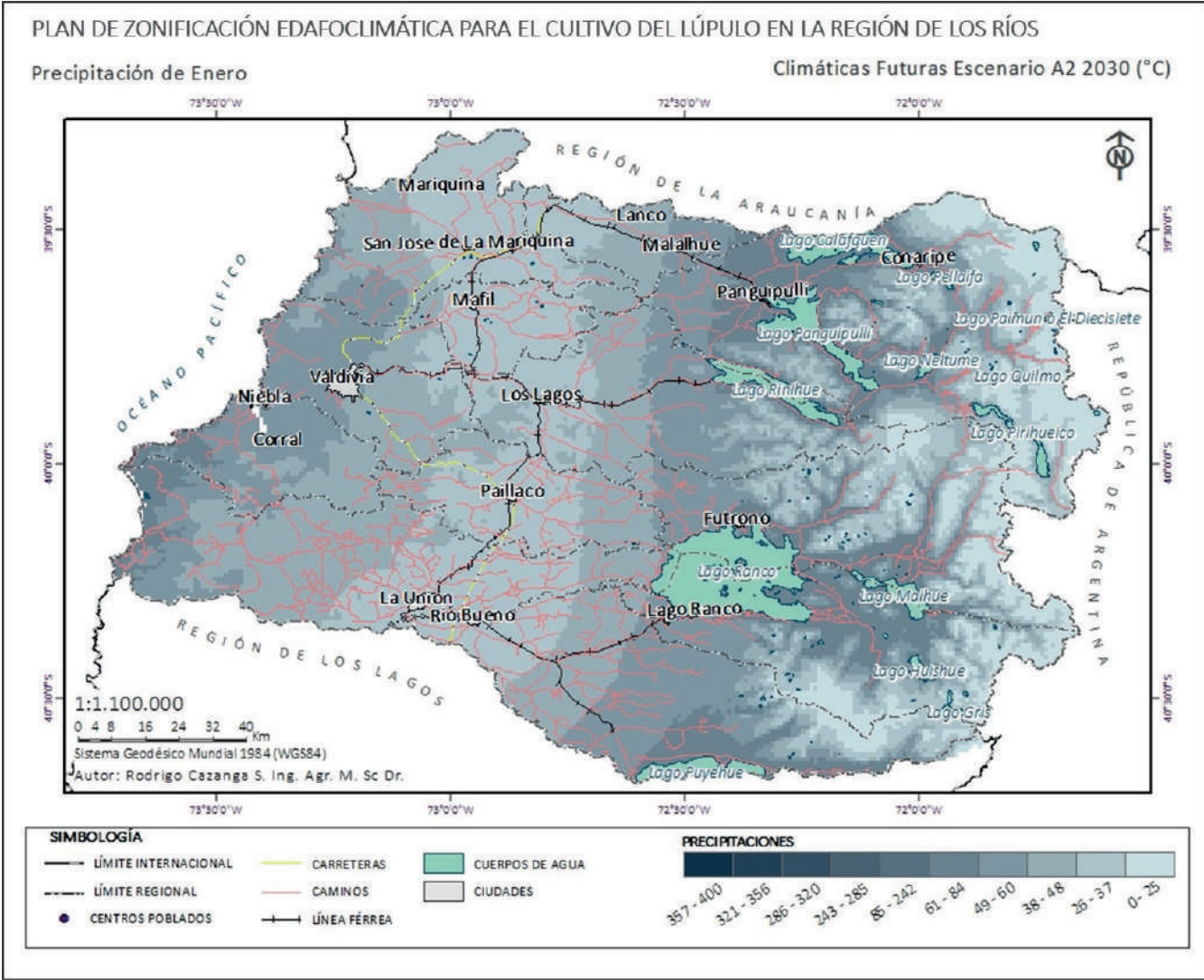


Figura 17. Precipitación del mes de enero (mm), condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2030, región de los Ríos.

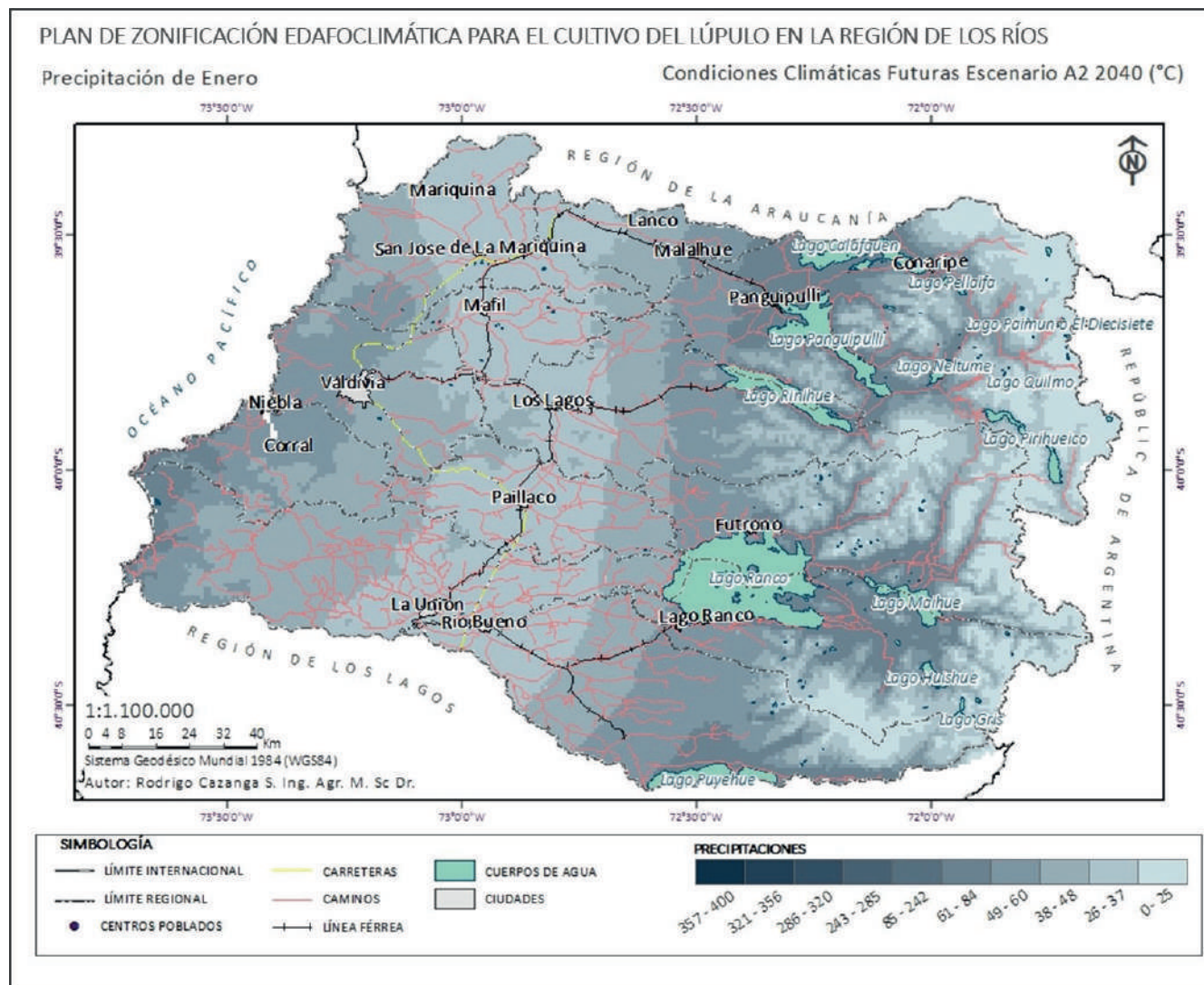


Figura 18. Precipitación del mes de enero (mm), condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2040, región de los Ríos.

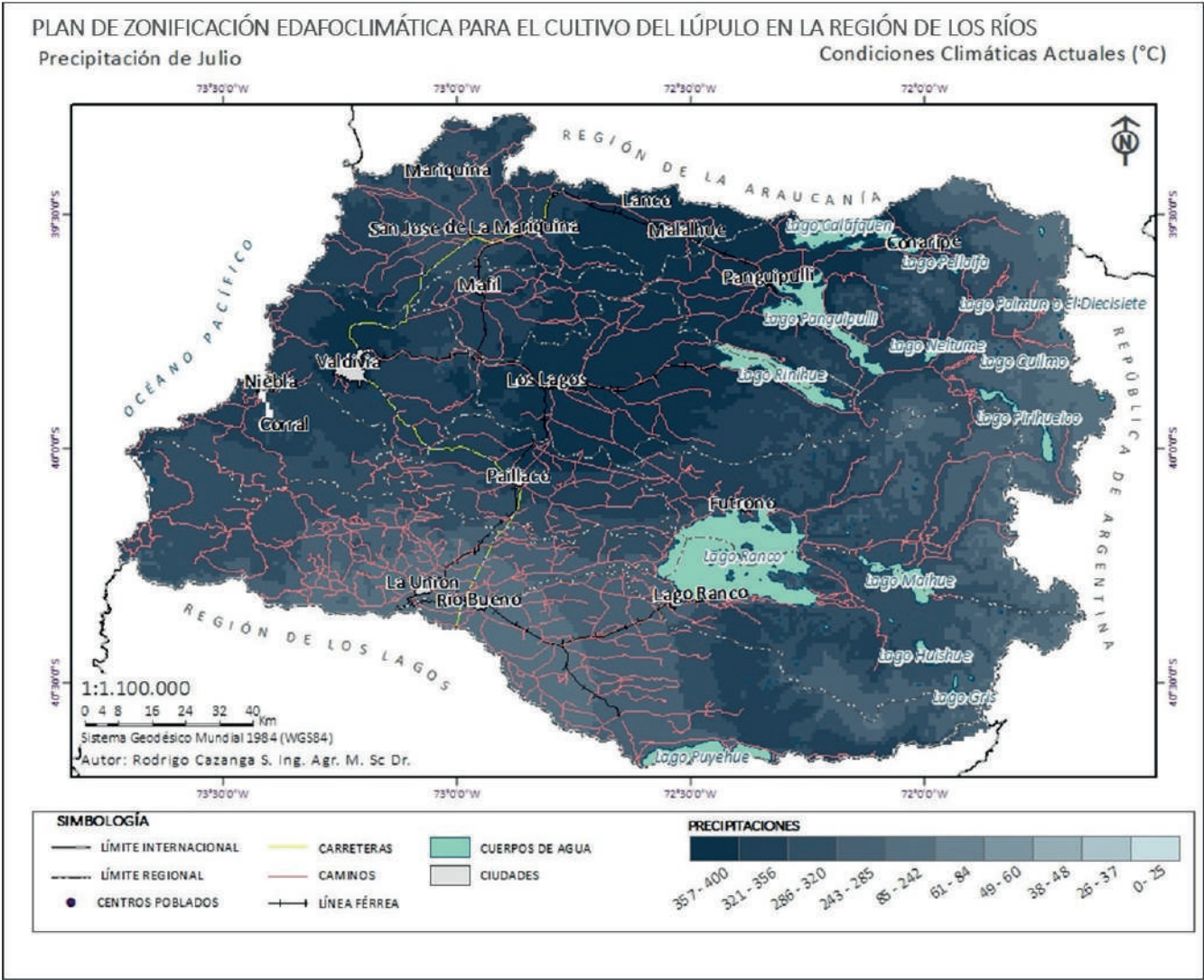


Figura 19. Precipitación del mes de julio (mm), condiciones climáticas actuales, región de los Ríos.

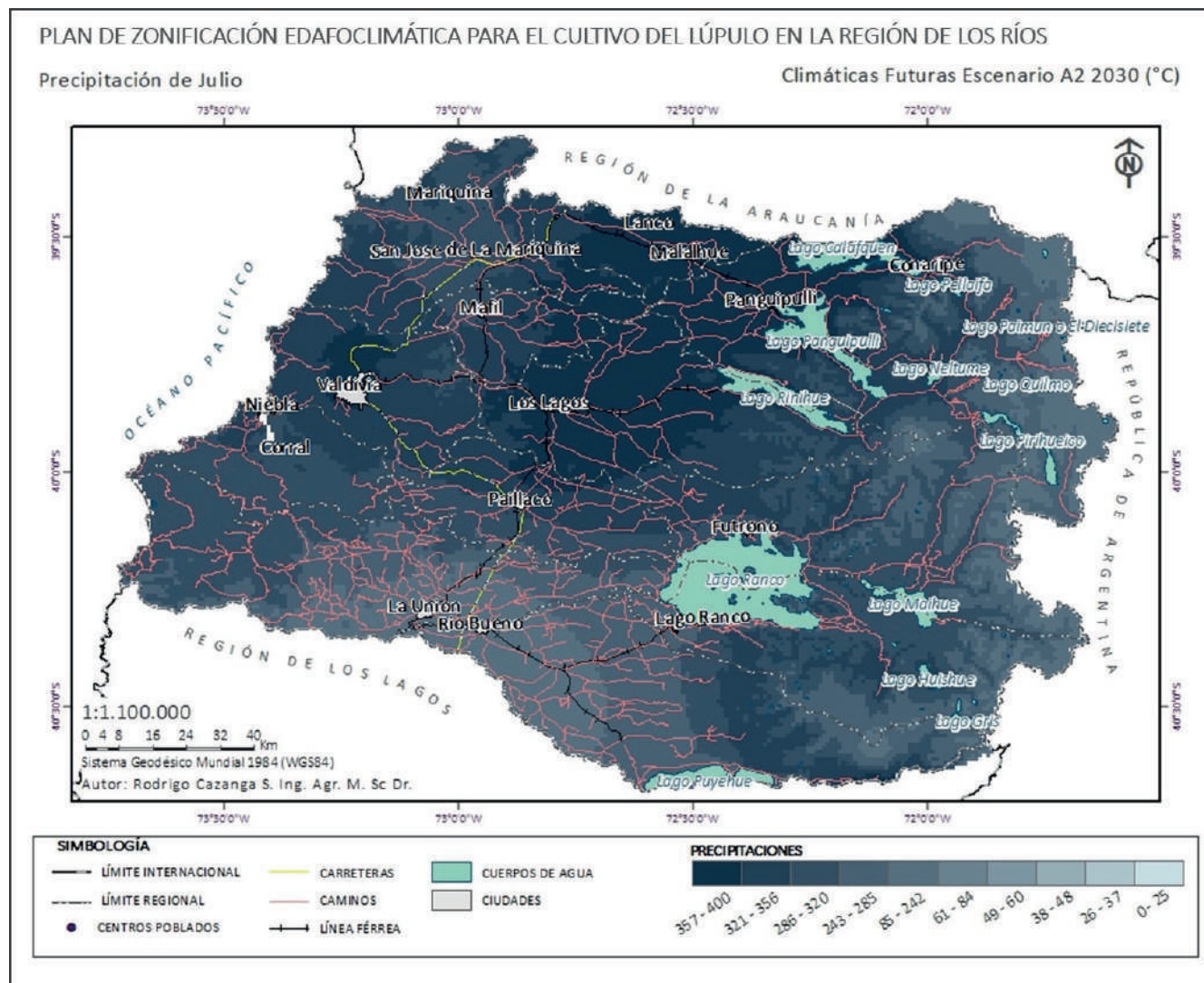


Figura 20. Precipitación del mes de julio (mm), condiciones climáticas actuales, Escenario A2 2030, región de los Ríos.

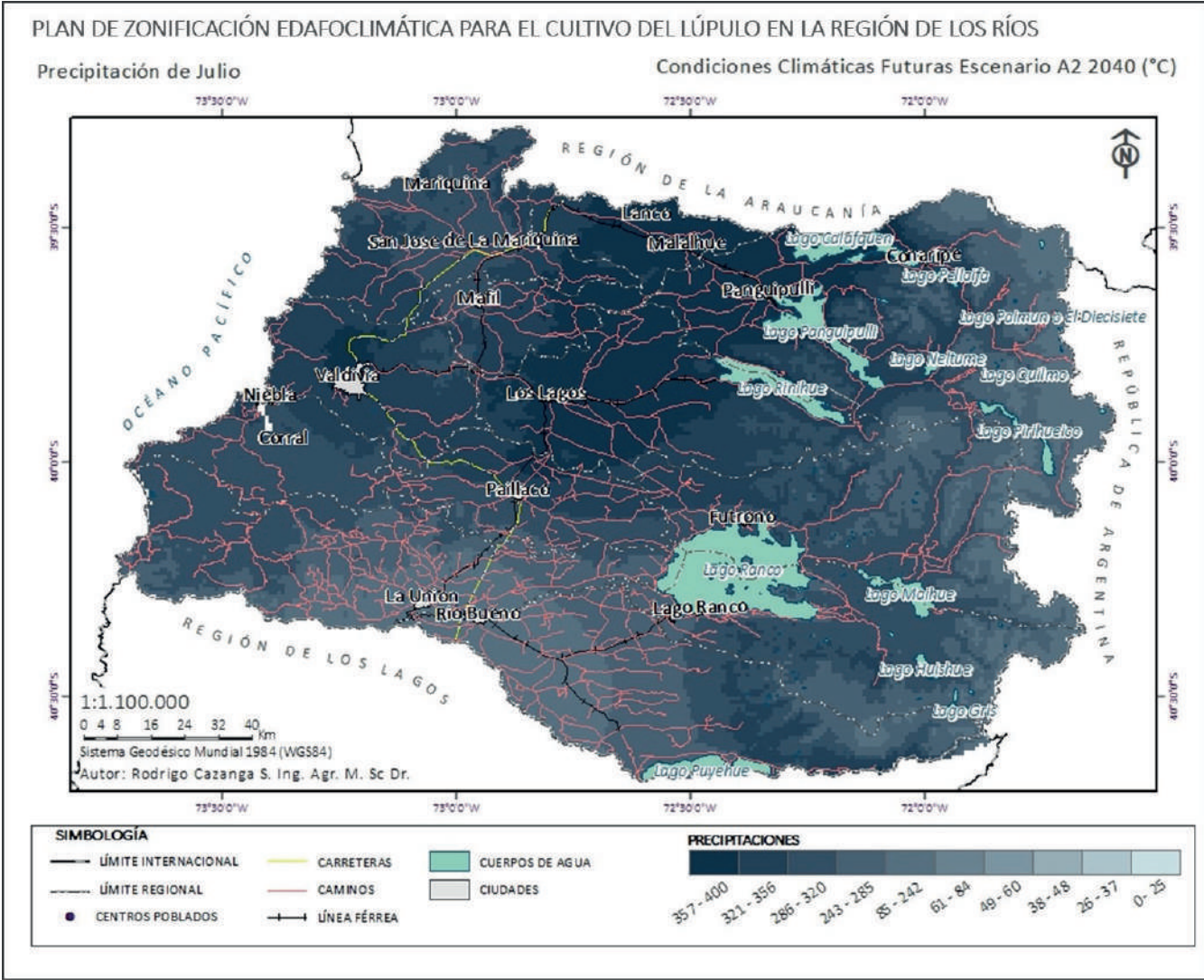


Figura 21. Precipitación del mes de julio (mm), condiciones climáticas futuras, Escenario A2 2040, región de los Ríos.

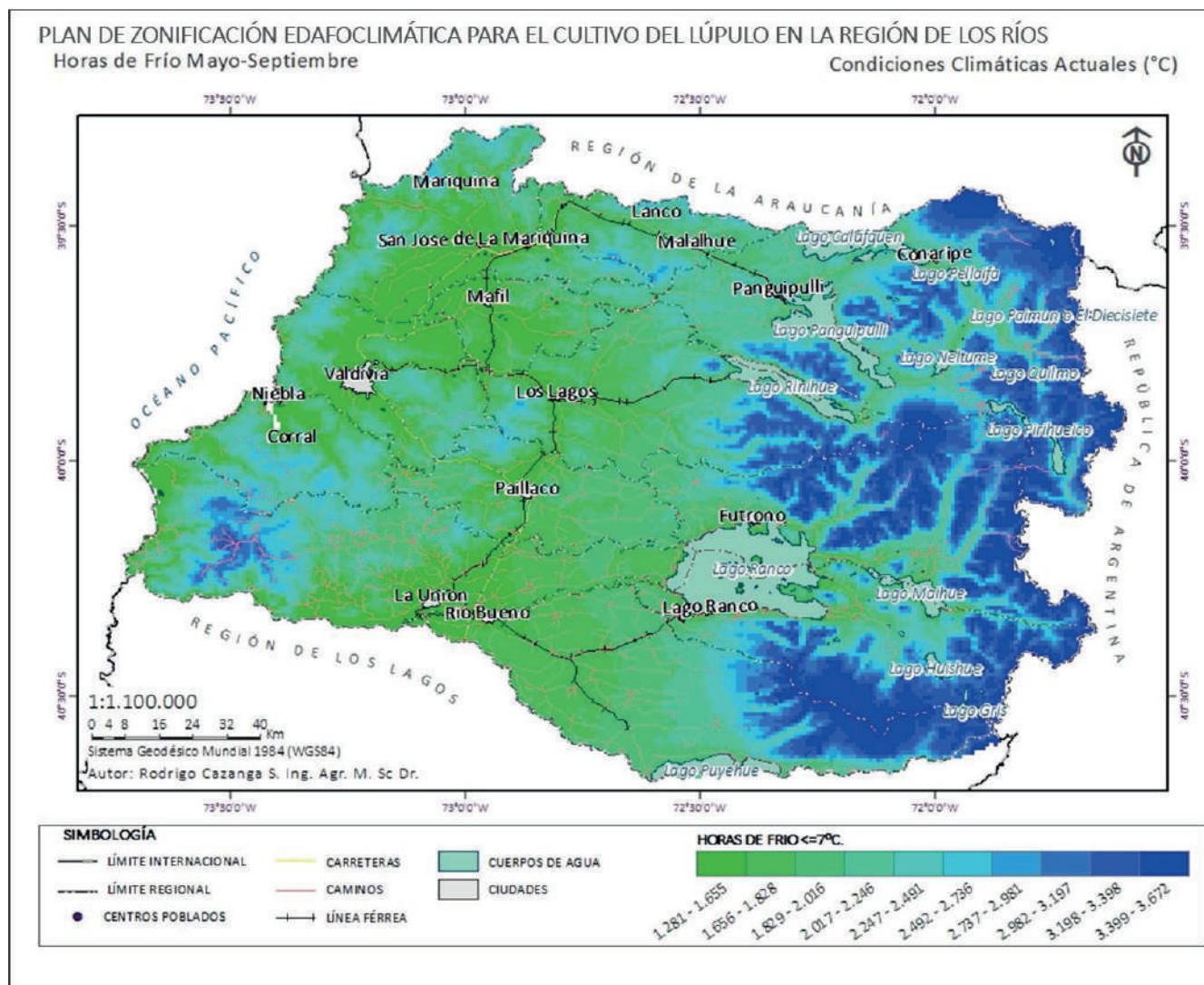


Figura 22. Horas de frío ($\leq 7^{\circ}\text{C}$), condiciones climáticas actuales, región de Los Ríos.





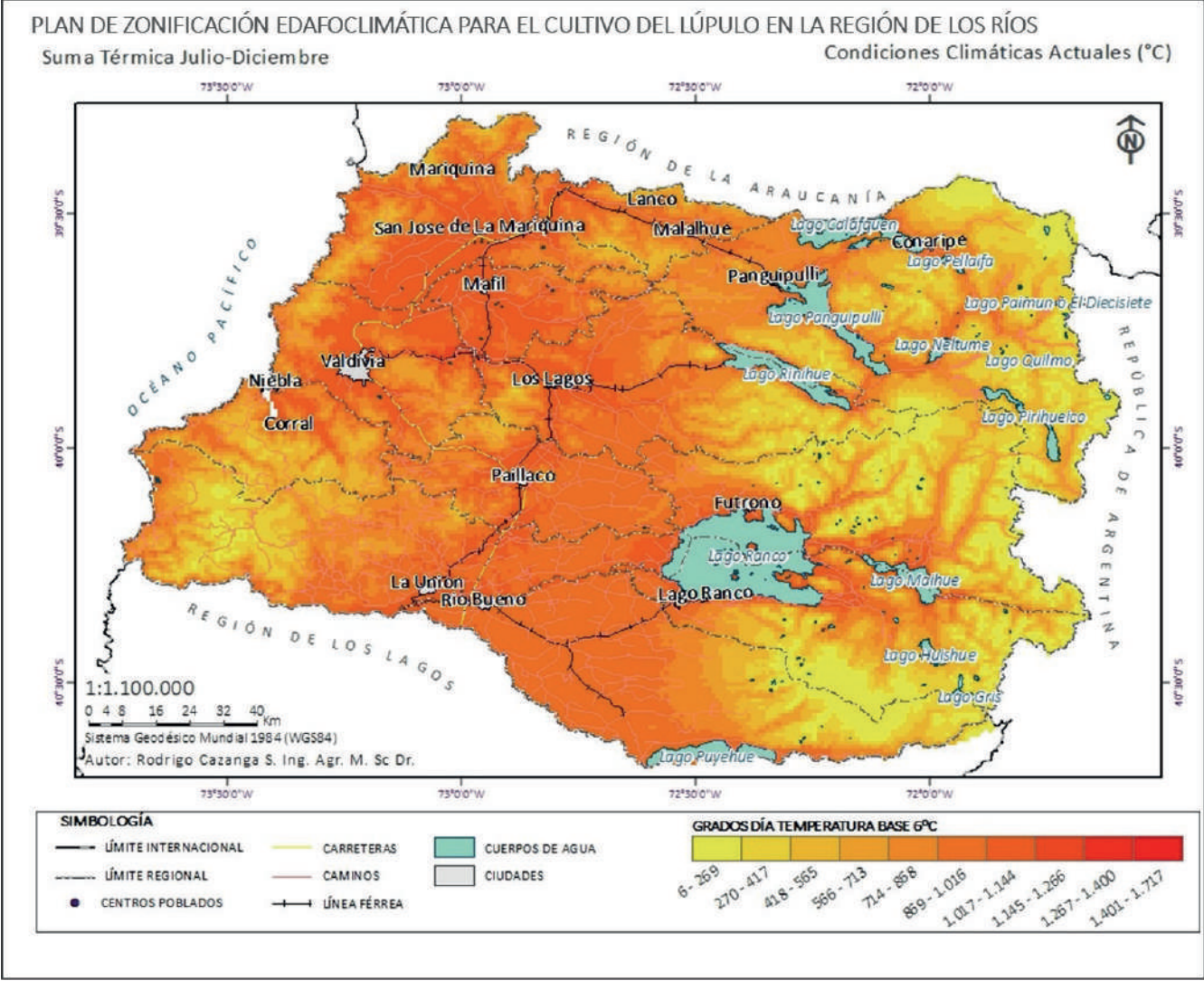


Figura 25. Suma térmica (grados día, temperatura base 6°C), condiciones climáticas actuales, región de Los Ríos.

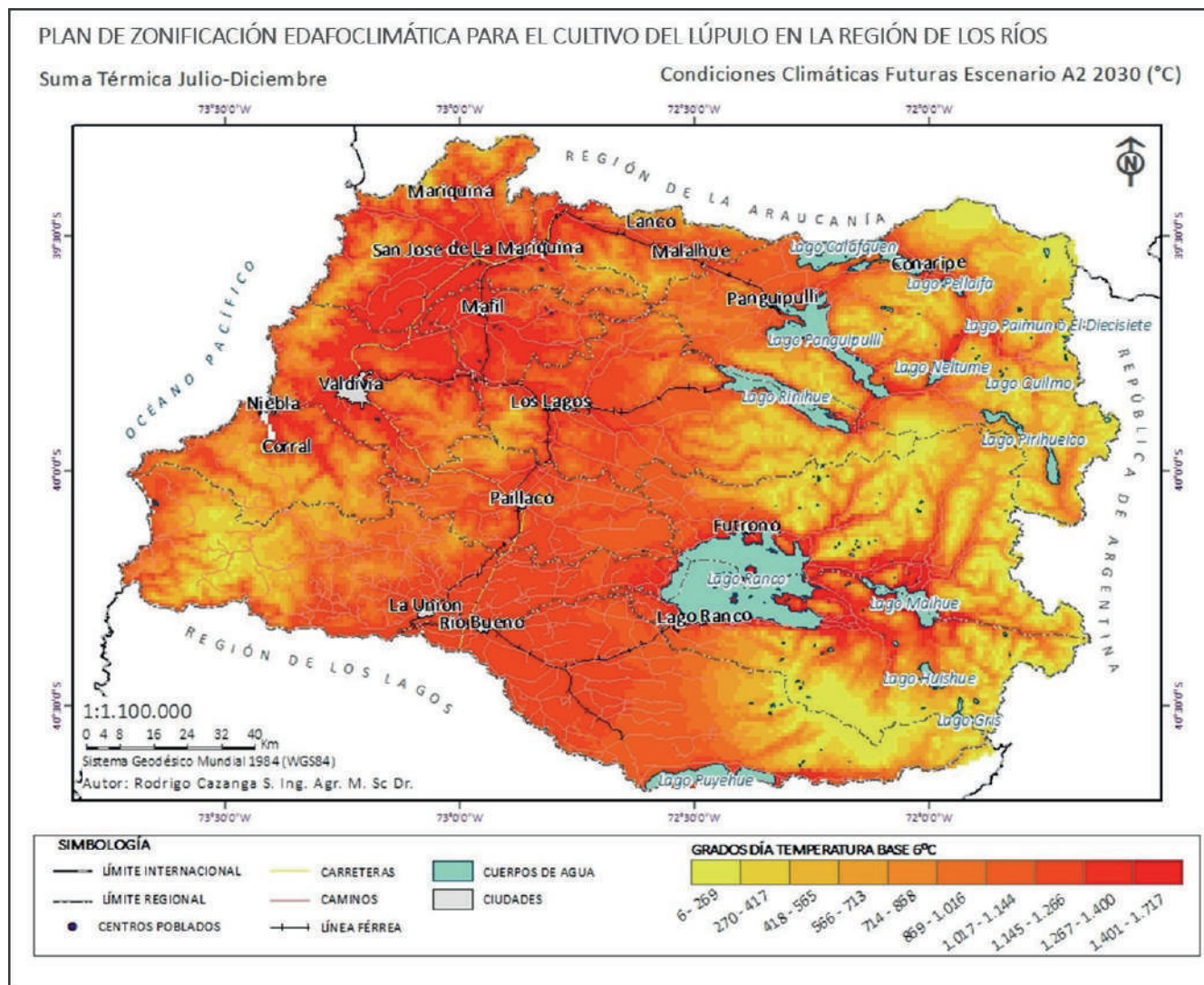


Figura 26. Suma térmica (grados día, temperatura base 6°C), condiciones climáticas futuras escenario A2 2030, región de Los Ríos.

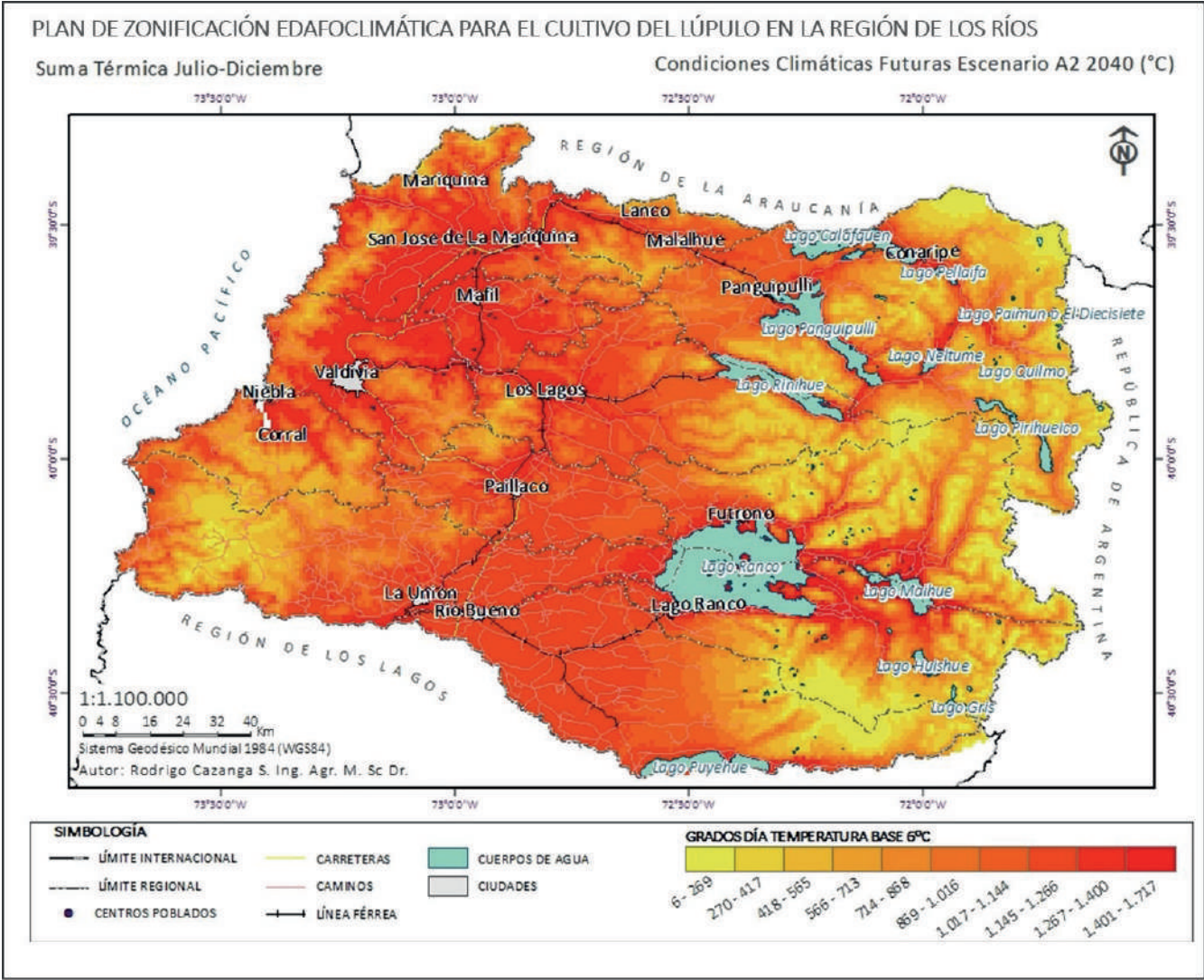


Figura 27. Suma térmica (grados día, temperatura base 6°C), condiciones climáticas futuras escenario A2 2040, región de Los Ríos.

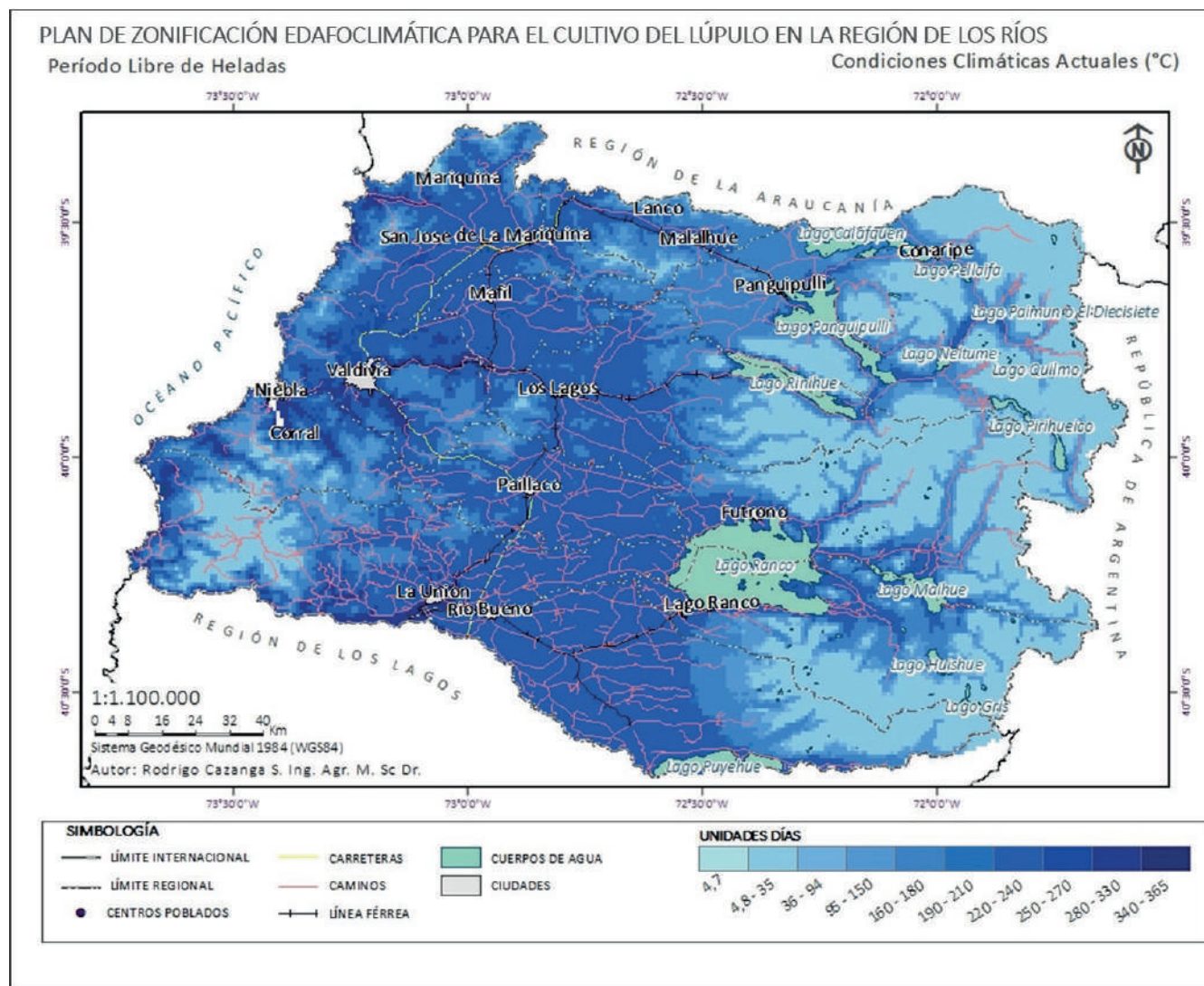


Figura 28. Período libre de heladas (días), condiciones climáticas actuales, región de Los Ríos.

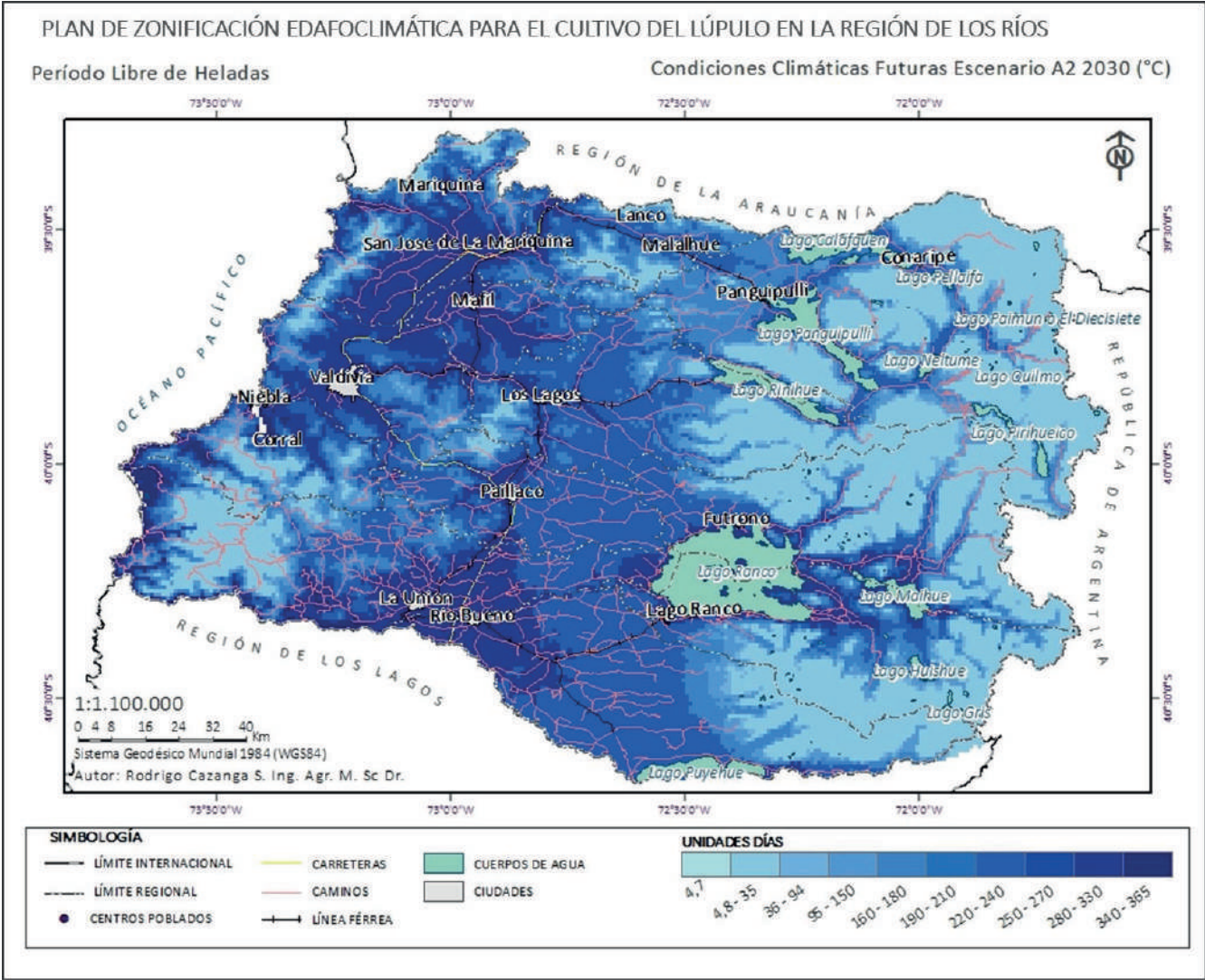


Figura 29. Período libre de heladas (días), condiciones climáticas futuras escenario A2 2030, región de Los Ríos.

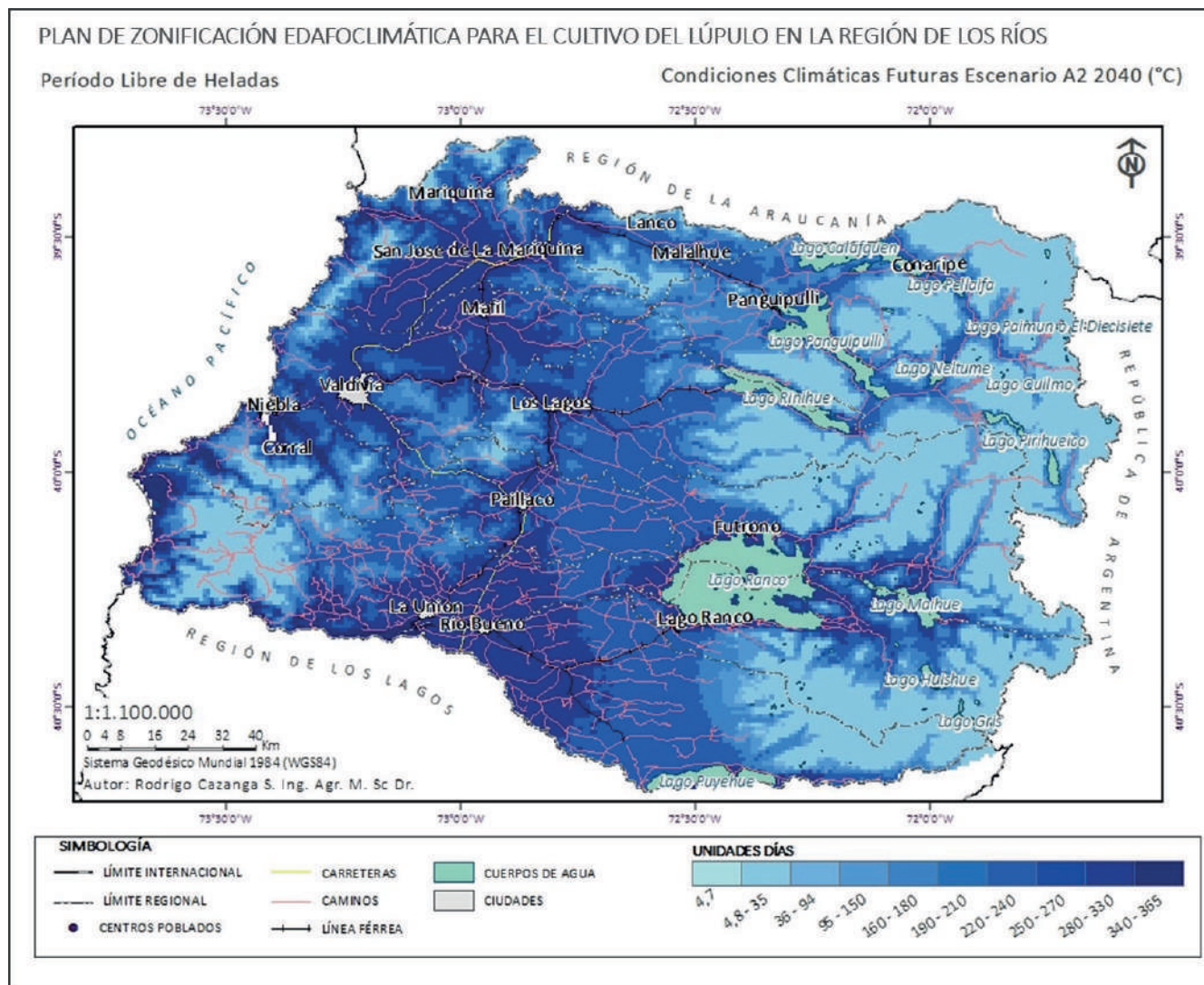


Figura 30. Período libre de heladas (días), condiciones climáticas futuras escenario A2 2040, región de Los Ríos.

Anexo 2

Información edáfica

del territorio de la Región de Los Ríos

Los suelos de la región de Los Ríos corresponden mayoritariamente a *Ultisoles* o rojo arcilloso, tales como los suelos de las Series Correltúe o Cudico y *Andisoles* o trumaos, tales como los suelos de las Series Llastuco o Los Lagos. Si se traza un eje longitudinal norte-sur a través de la zona central de la región podemos decir que los suelos trumaos normalmente van desde el eje hacia la cordillera de Los Andes, mientras que los *Ultisoles* se presentan desde el eje hacia la costa. En términos globales los suelos *Andisoles* presentan mejores características físicas para la producción agrícola, en comparación a los *Ultisoles*. La descripción general de las series de suelos más importantes en la región fue obtenida del Estudio Agrológico de la X Región, publicación 123 de CiREN (2003).

La **Serie Correltúe** es un miembro de la Familia fina, mixta, mélica de los Andic Palehumults (*Ultisol*). Son suelos profundos, desarrollados a partir de cenizas volcánicas antiguas depositadas sobre el complejo metamórfico, que se encuentra principalmente en la Cordillera de la Costa, a una altura de 250 a 300 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro en matices 10YR; de textura franco-limosa y color rojo oscuro en matices 2.5YR en profundidad. Suelos de buena permeabilidad y drenaje, la topografía dominante es de cerros con pendientes de 30 a 50%.

La **Serie Cudico** es un miembro de la Familia fina, mixta, isomélica de los Typic Hapludults (*Ultisol*). Son suelos profundos que se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas antiguas. De textura superficial franco arcillosa y color pardo oscuro en el matiz 10YR; de textura arcillosa y color pardo rojizo a rojo amarillento en el matiz 5YR en profundidad. Bien estructurado a través del perfil. Se presenta en forma de terrazas disectadas y erosionadas con pendientes complejas predominantemente de 5 a 20% y en topografía de lomajes y cerros con más de 20% de pendiente.

La **Serie Currupúe** es un miembro de la Familia media, mélica de los Acrudoxic Fulvudands (*Andisol*). Suelo profundo, de origen sedimentario, formado a partir de cenizas volcánicas, que se presenta en posición de terrazas remanentes con topografía casi plana de 1 a 3% de pendiente a ligeramente ondulada de 2 a 5% de

pendiente, en la Depresión Intermedia a alturas próximas a 200 msnm. De textura superficial franco limosa y color negro en el matiz 10YR; de textura franco arcillo limosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en profundidad. Bien estructurado hasta los 73 cm y maciza en profundidad. El substrato puede ser una toba cementada y compactada que limita el paso de las raíces.

La **Serie Hueycoya** es un miembro de la Familia fina, mixta, mélica de los Typic Haplohumults (*Ultisol*). Suelos derivados de micaesquisto, que se ubican en la Cordillera de la Costa entre los 100 y 750 msnm, moderadamente profundos, pero que presenta variaciones en la profundidad a causa de la erosión. De textura franco-limosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en superficie y textura arcillo limosa y color pardo fuerte en el matiz 7.5YR en profundidad. Bien estructurado en todo el perfil. El material parental, micaesquisto, se encuentra con diferentes grados de meteorización. La topografía es de cerros con pendientes dominantes de 30 a 50%.

La **Serie Lanco** es un miembro de la Familia media, mélica, delgada de los Typic Durudands (*Andisol*). Suelo que corresponde a un antiguo ñadi, de origen sedimentario, delgado a ligeramente profundo, formado por cenizas volcánicas depositadas sobre materiales fluvio-glaciales. Se ubica en la Depresión Intermedia a una altura de 25 a 30 msnm. De textura franco-limosa y color pardo muy rojizo oscuro en el matiz 5YR en superficie y textura franco arenosa con gravas y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR en profundidad. El substrato es un depósito fluvio glacial cementado que puede presentar fierrillo discontinuo, duro y quebradizo. La topografía es casi plana a plana, de drenaje moderado.

La **Serie La Unión** es un miembro de la Familia fina, mixta, mélica de los Andic Dystrudepts (*Inceptisol*). Suelo profundo, originado a partir de cenizas volcánicas, que ocupa una posición de lomajes en los primeros contrafuertes de la Cordillera de la Costa, a alturas que fluctúan entre 60 y 90 msnm. Corresponden a cenizas volcánicas muy antiguas depositadas sobre conglomerados multicolores o sobre toba volcánica. De textura superficial franco arcillo limosa y color pardo muy oscuro en el matiz 7.5YR y textura franco arcillo limosa de color

pardo en el matiz 7.5YR en profundidad. El sustrato es una toba muy descompuesta que se presenta predominantemente a una profundidad de 80 a 90 cm. La topografía es suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente, con ligera erosión y con buen drenaje.

La **Serie Liquiñe** es un miembro de la Familia media sobre arenosa, méstica de los Acrudoxic Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo a profundo, derivado de materiales volcánicos, en posición de cerros de la Cordillera de Los Andes, a alturas entre los 300 y 1.000 msnm. De textura superficial franco arenosa fina y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR; de textura franco arenosa fina y color pardo fuerte en el matiz 7.5YR en profundidad. El sustrato está constituido por pómez fuertemente meteorizada. La topografía dominante es de cerros con pendientes de 30 a 50%, existiendo también áreas fuertemente onduladas con pendiente de 15 a 20%. Presenta drenaje excesivo.

La **Serie Loncoche** es un miembro de la Familia medial, méstica de los Acrudoxic Hapludands (*Andisol*). Son suelos moderadamente profundos, formados por redepósito de cenizas volcánicas, en posición de terraza aluvial, que se ubican en la Depresión Intermedia y a alturas entre 120 y 160 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo grisáceo muy oscuro en el matiz 10YR; de textura franco arcillo limosa y color pardo amarillento oscuro a pardo amarillento en el matiz 10YR en profundidad. La topografía es casi plana con pendientes de 1 a 3%, permeabilidad moderada y drenaje moderado.

La **Serie Los Lagos** es un miembro de la Familia media, méstica de los Typic Durudands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, desarrollado a partir de cenizas volcánicas, en posición de terrazas remanentes y lacustres. De textura superficial franco arcillo limosa y color pardo muy oscuro en el matiz de 10YR; de textura franco arcillo arenosa y color pardo oscuro a pardo en el matiz 7.5YR en profundidad. El sustrato lo constituyen materiales morrénicos muy mezclados de rocas y arenas con diferentes grados de cementación y compactación. Presenta una topografía compleja con pendientes de ligera a moderadamente ondulada que, en las caídas, puede superar el 30%.

La **Serie Los Ulmos** es un miembro de la Familia muy fina, haloisítica, méstica de los Typic Paleudults (*Ultisol*). Suelos profundos, rojo arcillosos, originados a partir de cenizas volcánicas antiguas depositadas sobre el complejo metamórfico de la costa, ubicados en la Cordillera de la Costa a alturas entre 100 y 280 msnm. De textura superficial franco arcillosa y color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR; de textura arcillosa y color rojo amarillento en el matiz 5YR en profundidad. Muy bien estructurados. La topografía dominante es de cerros con pendientes entre 30 y 50%. Bien drenado.

La **Serie Llastuco** es un miembro de la Familia media, méstica de los Acrudoxic Hapludands (*Andisol*). Suelo profundo, derivado de cenizas volcánicas, que se presenta en posición de terrazas remanentes, en la Depresión Intermedia a una altura entre 30 y 45 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo en el matiz 7.5YR y textura arcillo limosa y color pardo grisáceo oscuro en el matiz 10YR en profundidad. Sustrato constituido por una toba con diferentes grados de cementación, mezclada con clastos alterados, que se denomina localmente cangagua. Se presenta en una topografía casi plana con pendientes de 1 a 3% y es de drenaje moderado.

La **Serie Malihue** es un miembro de la Familia medial, méstica de los Acrudoxic Fulvudands (*Andisol*). Suelos profundos, formados por depósitos de cenizas volcánicas sobre planos aluviales que se ubican en el Llano Central, a una altura de 170 a 300 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR; de textura franco arcillo limosa y color pardo amarillento oscuro en el matiz 10YR en profundidad. Suelo de topografía ligeramente ondulada con pendientes complejas de 2 a 20%, de permeabilidad moderada y bien drenado.

La **Serie Muticao** es un miembro de la Familia media, méstica de los Acrudoxic Fulvudands (*Andisol*). Suelo profundo, originado a partir de cenizas volcánicas, que ocupa una posición de terrazas remanentes en la Depresión Intermedia a una altura de 100 a 115 msnm. De textura superficial franco limosa y color negro en el matiz 10YR y textura arcillo limosa y color gris pardusco claro en el matiz 2.5Y en profundidad. El sustrato es de materiales fluvio-glaciales. La topografía es casi plana con

1 a 3% de pendiente y el drenaje imperfecto.

La **Serie Osorno** es un miembro de la Familia media, méstica de los Typic Hapludands (*Andisol*). Suelo profundo, originado a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre planos fluvio-glaciales, en posición de terrazas que se ubican en la Depresión Intermedia a una altura de 90 a 150 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo muy oscuro en el matiz 10YR y textura franco-limosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR en profundidad. Suelos en topografía de lomajes suaves, de permeabilidad moderada y bien drenados. Presenta como inclusión suelos de mal drenaje, imperfecto o pobre, de las Series Chan Chan o Huiño Huiño, en las posiciones bajas, entre ondulaciones.

La **Serie Paillaco** es un miembro de la Familia media sobre fragmental, méstica de los Typic Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, originado a partir de cenizas volcánicas, que ocupa una posición de terrazas planas a casi planas en la Depresión Intermedia a una altura de 130 a 150 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR; de textura areno francosa y color pardo fuerte en el matiz 7.5YR en profundidad. El substrato es de gravas redondeadas y subredondeadas, que en los sectores de drenaje restringido se encuentra con diferentes grados de cementación y con fierrillo. La topografía es casi plana con pendientes dominantes de 1 a 3% y con buen drenaje.

La **Serie Panguipulli** es un miembro de la Familia media, méstica de los Aquic Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, formado a partir de cenizas volcánicas, depositadas sobre antiguos planos fluvio-glaciales, que se ubican en la Depresión Intermedia a una altura de 200 msnm. De textura superficial franco arcillo arenosa y color negro en el matiz 10YR; de textura arcillosa y color gris oscuro en el matiz 5YR en profundidad. El substrato está constituido por depósitos fluvio-glaciales. Presenta una topografía plana con 0 a 1% de pendiente y con drenaje moderado.

La **Serie Pelchuquín** es un miembro de la Familia media, méstica de los Eutric Fulvudands (*Andisol*). Suelo profundo, formado por la depositación de cenizas volcánicas sobre una toba algo cementada con óxido de

hierro y manganeso y mezclada con clastos alterados, denominada localmente cancagua. Se ubica en la Depresión de San José a una altura de 20 a 30 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo grisáceo muy oscuro en el matiz 10YR; de textura franco-limosa y colores pardo oscuro en los matices 7.5YR y 10YR en profundidad. La topografía es casi plana con 1 a 3% de pendiente y bien drenados.

La **Serie Ranco** es un miembro de la Familia media, méstica de los Eutric Fulvudands (*Andisol*). Suelo profundo, originado a partir de cenizas volcánicas, en posición de terrazas lacustres y sobre materiales fluvio-glaciales. De textura franco-limosa y color negro en el matiz 10YR en superficie y textura franco arcillo arenosa y color pardo en el matiz 7.5YR en profundidad. El substrato está constituido por materiales fluvio-glaciales de gravas y arenas con diferentes grados de cementación. De topografía ligeramente ondulada con pendientes de 2 a 5% y bien drenado.

La **Serie Río Bueno** es un miembro de la Familia media, méstica de los Typic Durudands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, formado a partir de cenizas volcánicas, en posición de terrazas remanentes y aluviales recientes. De textura superficial franco arcillo limosa y color negro en el matiz 7.5YR y la misma textura y color pardo en el matiz 7.5YR en profundidad. Bien estructurado hasta los 80 cm de profundidad, con algunos rasgos de iluviación entre los 45 y 80 cm. El substrato está constituido por materiales fluvio-glaciales con diferentes grados de cementación y con un fierrillo discontinuo. Suelo de topografía casi plana, con 1 a 3% de pendiente y con drenaje moderado.

La **Serie San José** es un miembro de la Familia media sobre arenosa esquelética de los Aquic Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, desarrollado a partir de cenizas volcánicas que ocupa una posición de terrazas aluviales antiguas del río San José, en la Depresión Intermedia, a una altura de 25 a 40 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR y textura franco-arenosa y color pardo fuerte en el matiz 7.5YR en profundidad. El substrato es de origen aluvial con gravas abundantes. La topografía es casi plana, con 1 a 3% de pendiente y con drenaje moderado.

La **Serie San Pedro** es un miembro de la Familia media sobre arenosa esquelética de los Acrudoxic Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, originado a partir de cenizas volcánicas, que ocupa una posición de terrazas aluviales en la Depresión Intermedia a una altura de 20 a 40 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo muy oscuro en el matiz 10YR y textura franco arcillo arenosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR en profundidad. El sustrato está constituido por gravas y piedras redondeadas de origen aluvial y con matriz de arena. La topografía es casi plana con pendientes de 1 a 3%, con drenaje bueno a excesivo.

La **Serie Valdivia** es un miembro de la Familia media, mésica de los Duric Hapludands (*Andisol*). Suelo moderadamente profundo, desarrollado a partir de cenizas volcánicas, que ocupa una posición de terrazas remanentes en la Depresión de San José, a una altura de 9 a 20 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR y textura areno francosa y color pardo oscuro en el matiz 7.5YR en profundidad. El sustrato corresponde a una toba, depósito de materiales volcánicos de fuerte compactación y mezclada con clastos alterados, se denomina localmente como canchagua. La topografía es compleja, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y con buen drenaje.

La información de suelos ha sido incorporada en el SIG del proyecto, arrojando mapas como los que se presentan a continuación. Estos mapas contienen la variabilidad espacial de las diferentes variables a considerar desde el punto de vista de la aptitud edáfica, para el cultivo del Lúpulo. Además, con información del laboratorio de geografía de la Universidad de la Frontera (http://labgeo.ufro.cl/fichas/chile_utm19/ficha14utm19.html), se generó un modelo de elevación a partir de las curvas de nivel cada 100 m, para luego derivar los modelos de exposición y pendiente en formato ráster, definiendo el tamaño del píxel en 50 m. La exposición y pendiente de los diferentes sectores de la región de los Ríos son determinantes importantes para la zonificación del cultivo de Lúpulo, pues condicionan las variables climáticas y edáficas, que implican ventajas o desventajas en crecimiento, desarrollo y madurez de los cultivos.

Cartografía base

Relieve

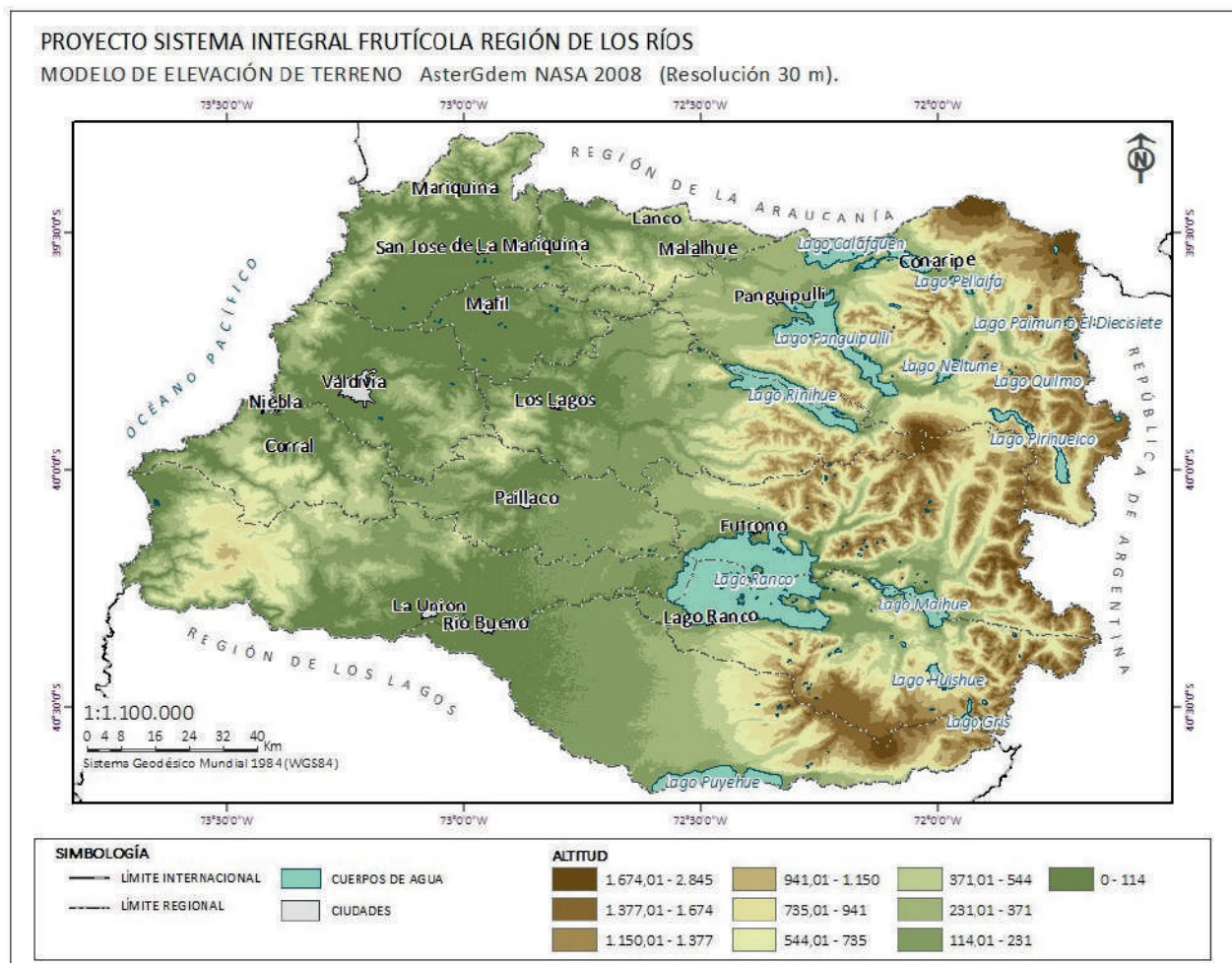


Figura 1. Relieve del territorio de Los Ríos.

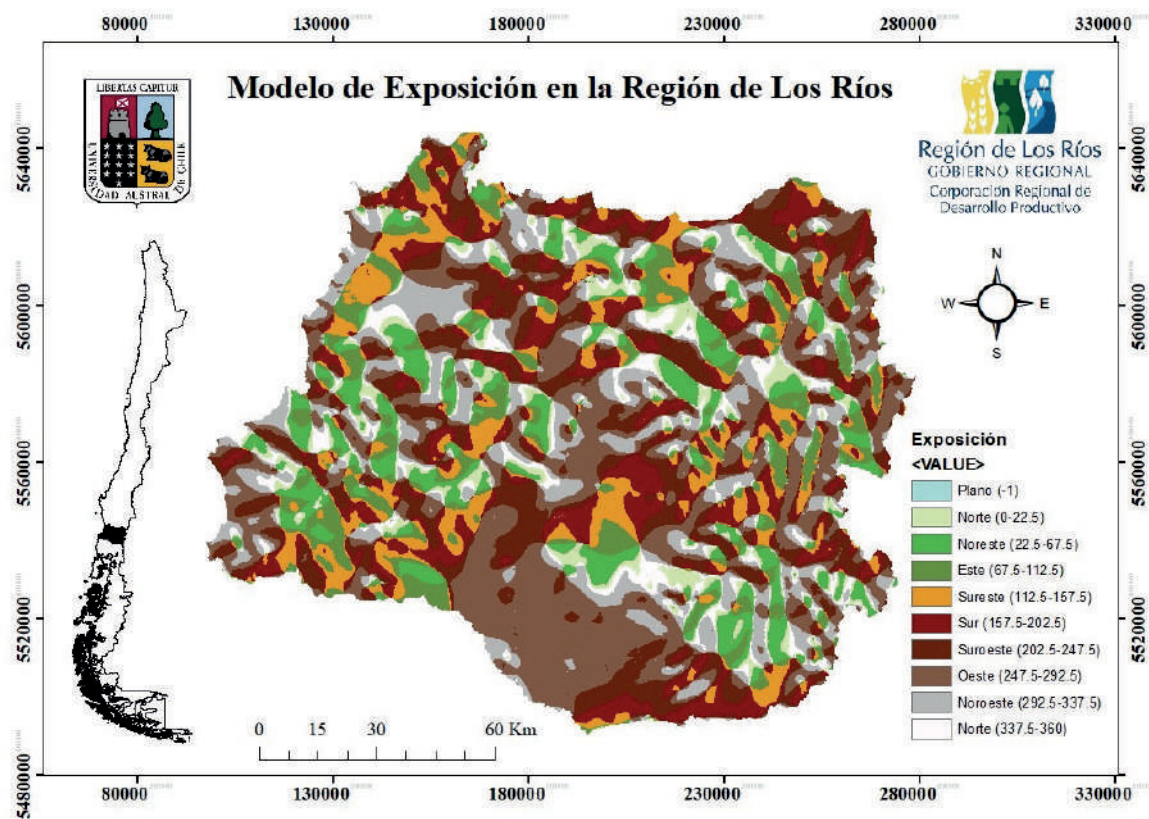


Figura 2. Modelo de exposición en la Región de los Ríos (Elaboración propia, Erico Kutchartt, equipo consultor del proyecto).

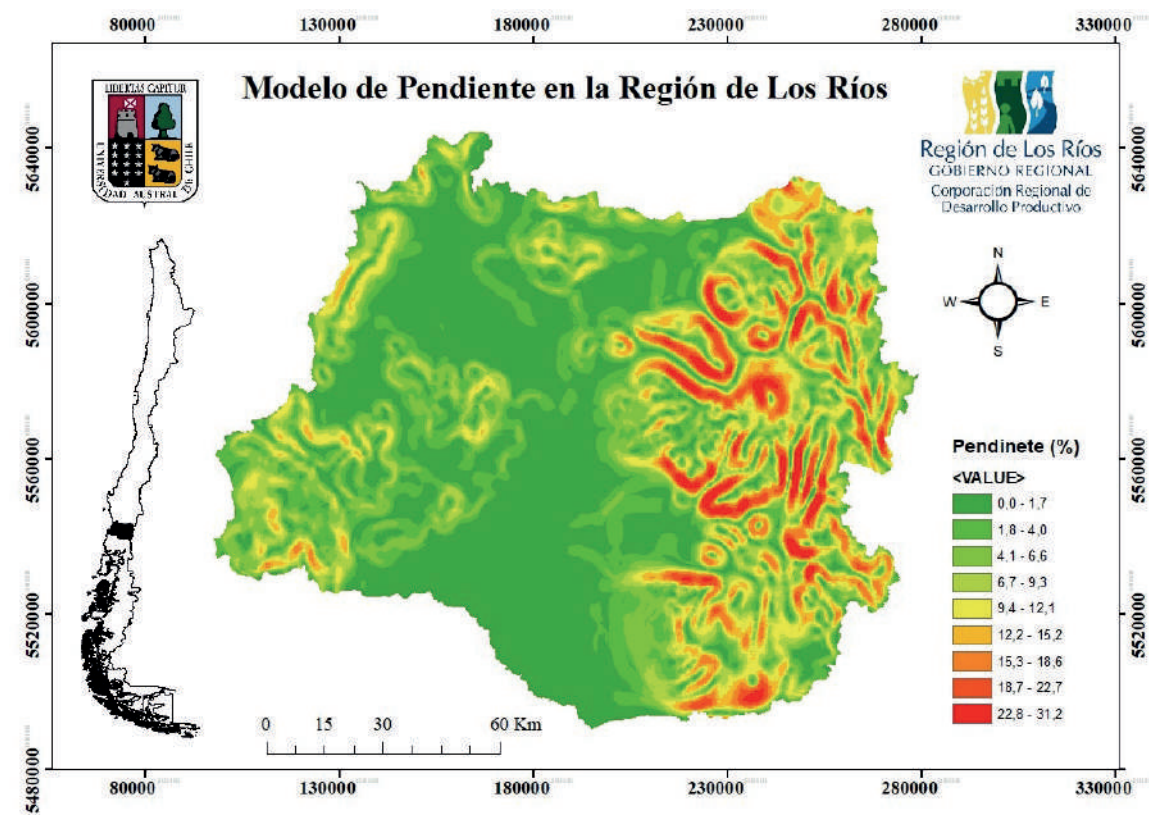
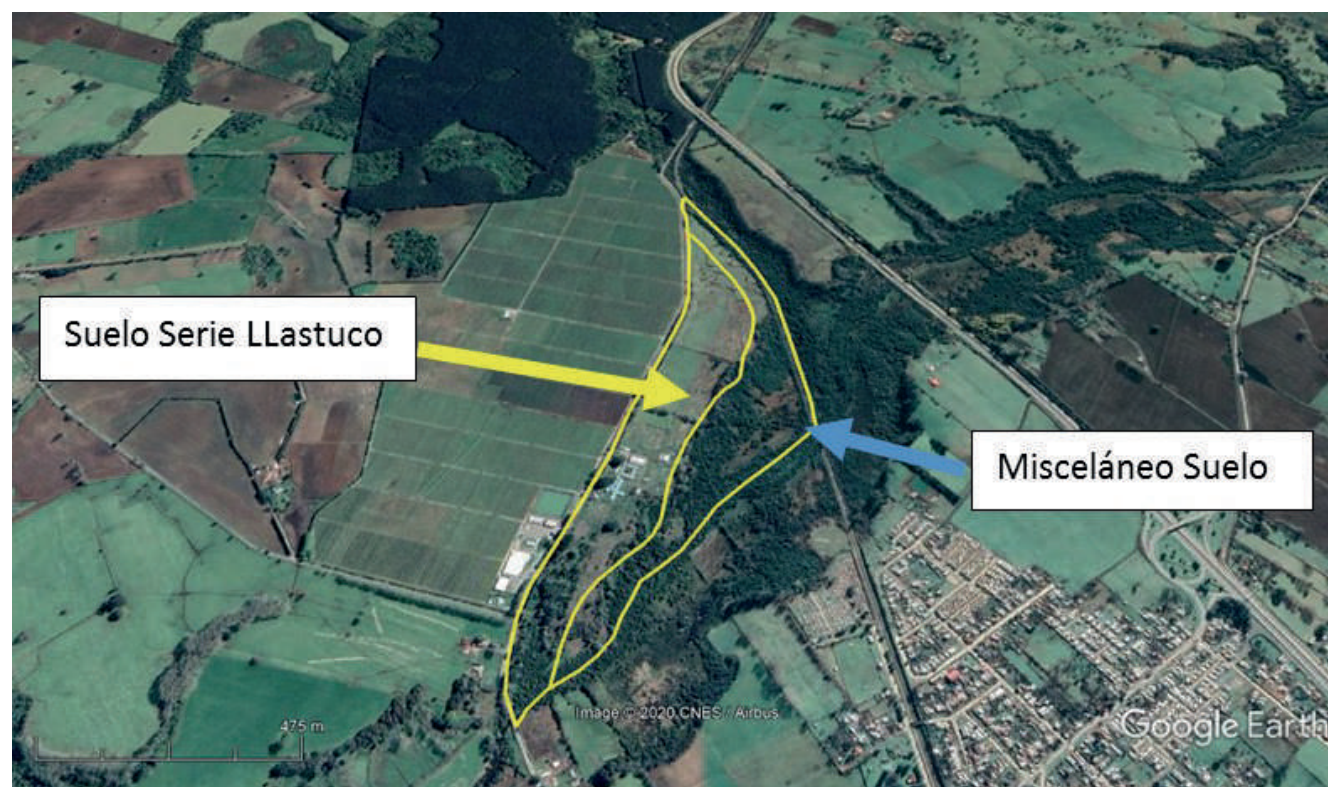


Figura 3. Modelo de pendiente en la Región de los Ríos (Elaboración propia, Erico Kutchartt, equipo consultor del proyecto).

Como ejemplo y para complementar la información de suelos obtenida a nivel regional, se describieron los suelos del lugar de establecimiento de dos patios de Lúpulo en la región.

El suelo del Centro de Innovación Colaborativa de Máfil (CIC), pertenece al Orden *Andisoles*, Serie Llastuco, de buen drenaje, textura media, profundo, fuertemente ácido, plano, con clase de capacidad de uso II, con restricciones leves para la producción de la mayoría de los cultivos anuales y frutales (Tabla 1). En el caso de patio de Vivanco también pertenece al orden *Andisol*, serie Muticao, Fase 2, drenaje imperfecto, textura media, moderadamente profundo, de lomaje suave (Tabla 2).

Tabla 1. Descripción de suelo patio de lúpulo, de la estación de innovación territorial de Máfil.



Parámetro	Magnitud y unidad
pH	5.1 - 5.5
Pendiente	1-3 %
Textura	FI
Drenaje	Bueno
Salinidad	< 2 DS/m
Pedregosidad	< 5%
Profundidad	> 100 cm

FI: Franco Limosa; DS/m: Decisiemens por metro.

Tabla 2. Descripción de suelo patio de lúpulo, en el sector Vivanco, Río Bueno.



Parámetro	Magnitud y unidad
pH	5.7
Pendiente	1-3 %
Textura	Fl
Drenaje	Imperfecto
Salinidad	< 2 DS/m
Pedregosidad	Sin
Profundidad	80-100 cm

Fl: Franco Limosa; Ds/m: Decisiemens por metro.

Las características químicas de los suelos en donde fueron establecidos los patios de lúpulo, están contenidas en la tabla 3. Las características químicas del suelo de Máfil, son más favorables para el desarrollo del cultivo de Lúpulo, que las del suelo en Vivanco, no obstante, es factible realizar en Vivanco las correcciones necesarias para un buen desarrollo del cultivo. Por ejemplo, el lúpulo prospera bien en suelos de pH 6 a 6.5, es decir neutros a ligeramente ácidos, por lo cual las enmiendas calcáreas son necesarias para su cultivo, al igual que ocurre con una gran parte de las especies agrícolas que se cultivan en suelos derivados de cenizas volcánicas.

Tabla 3. Características de suelo en los sitios de establecimiento de los patios de lúpulo, ubicada en el CIC de Máfil e hijuela N°5, sector Vivanco.

Variable	Máfil	Vivanco	Rangos óptimos
Pendiente (%)	1	3	1-5
Textura	FI	FI	a-FA
Drenaje	Bueno	Imperfecto	
Salinidad (DS/m)	< 2	< 2	n/d
Pedregosidad (%)	< 5	Sin	
Profundidad (cm)	> 100	80-100	100
pH en agua	5,7	5,7	6-6,5
Materia orgánica (%)	0,16	12%	n/d
N Mineral (mg/kg)	11,2		n/d
P-Olsen (mg/kg)	12,9	4	40-60
Potasio (mg/kg)	262	70	250-400
Azufre (mg/kg)	15,4	1,94	n/d
Sodio (cmol+/kg)	0,13	0,17	n/d
Calcio (cmol+/kg)	5,24	2,55	n/d
Magnesio (cmol+/kg)	1,3	0,54	n/d
Suma de bases (cmol+/kg)	7,34	3,4	n/d
Aluminio (cmol+/kg)	0,02	0,17	<0.25
CICE (cmol+/kg)	7,26	3,6	n/d
Saturación de Aluminio (%)	0,2	4,7	0-10

ANEXO 2

PROYECTO A – ÁREA PLANTADA DE 1 HA

ANEXO A1. Inversión inicial total (proyectada)

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
1. Construcción de estructura						
Postes impregnados 1,2*2*6	\$ 9.000.000	150	kg	\$ 2.800	\$ 420.000	\$ 9.000.000
Alambre Galvanizada N°6 (kg)	\$ 47.285	1300	kg	\$ 30	\$ 38.600	\$ 47.285
Alambre Galvanizada N°8 (kg)	\$ 164.150	3500	kg	\$ 38	\$ 134.000	\$ 164.150
Cable Acero 3/16" (m)	\$ 60.025	600	m	\$ 82	\$ 49.000	\$ 60.025
Tensores 5/8" m	\$ 55.125	40	m	\$ 1.125	\$ 45.000	\$ 55.125
Abrazaderas 1/4	\$ 12.863	100	unid.	\$ 105	\$ 10.500	\$ 12.863
Clavos 4" (kg)	\$ 2.058	5	kg	\$ 336	\$ 1.680	\$ 2.058
Grapas 1 1/2" (kg)	\$ 3.969	5	kg	\$ 648	\$ 3.240	\$ 3.969
Anclaje de cemento 40kg	\$ 73.745	50	kg	\$ 1.204	\$ 60.200	\$ 73.745
Imprevistos de Estructura (4%)	\$ 376.769					\$ 376.769
1. TOTAL	\$ 9.795.988					\$ 9.795.988

2. Instalación de sistema de riego						
Cañería planza polietileno 1" (m)	\$ 30.380	200	m	\$ 124	\$ 24.800	\$ 30.380
Cañería planza polietileno 1/2" (m)	\$ 59.535	3400	m	\$ 14	\$ 48.600	\$ 59.535
Tee plástica 1 x 1/2 (u)	\$ 8.710	34	unid.	\$ 209	\$ 7.110	\$ 8.710
Codo plástico 1" (u)	\$ 1.384	2	unid.	\$ 565	\$ 1.130	\$ 1.384
Válvula de bola 1" (u)	\$ 1.997	1	unid.	\$ 1.630	\$ 1.630	\$ 1.997
Goteros 4LH SWLL (u)	\$ 35.991	2250	unid.	\$ 13	\$ 29.380	\$ 35.991
Abrazadera crem. 1,1/4 (p/poliétileno) (u)	\$ 5.184	102	unid.	\$ 41	\$ 4.232	\$ 5.184
Pita plástica (kg)	\$ 5.292	3	kg	\$ 1.440	\$ 4.320	\$ 5.292
PVC Subsuelo	\$ 171.500	20	unid.	\$ 7.000	\$ 140.000	\$ 171.500
Conexiones varias	\$ 612.500	5	unid.	\$ 100.000	\$ 500.000	\$ 612.500
Valvula riego manual	\$ 61.250	2	unid.	\$ 25.000	\$ 50.000	\$ 61.250
Bomba de riego (1 HP)	\$ 55.125	1	unid.	\$ 45.000	\$ 45.000	\$ 55.125
2. TOTAL	\$ 1.048.847					\$ 1.048.847

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
3. Adquisición de material vegetal						
Rizomas de lúpulo (unidades)	\$ 8.089.620	2311,32	unid.	\$ 3.500	\$ 11.556.600	\$ 8.089.620
3. TOTAL	\$ 8.089.620					\$ 8.089.620

4. Adquisición de herramientas y equipos						
Artículos oficina	\$ 581.483	1	unid.	\$ 474.680	\$ 474.680	\$ 581.483
Pelletizadora	\$ 18.375.000	1	unid.	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	\$ 18.375.000
Cosechadora	\$ 30.625.000	1	unid.	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000	\$ 30.625.000
Remolque cargador	\$ 1.337.739	1	unid.	\$ 1.092.032	\$ 1.092.032	\$ 1.337.739
Camara de secado	\$ 1.225.000	1	unid.	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.225.000
Fuente calor dragón	\$ 392.000	1	unid.	\$ 320.000	\$ 320.000	\$ 392.000
Carretillas	\$ 110.250	2	unid.	\$ 45.000	\$ 90.000	\$ 110.250
Camioneta	\$ 12.250.000	1	unid.	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 12.250.000
Escalera	\$ 980.000	4	unid.	\$ 200.000	\$ 800.000	\$ 980.000
Tijeras de poda	\$ 29.400	4	unid.	\$ 6.000	\$ 24.000	\$ 29.400
Selladora vacío		1	unid.	\$ 650.000	\$ 650.000	\$ 796.250
Pardadera	\$ 49.000	1	unid.	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 49.000
4. TOTAL	\$ 66.751.122					\$ 66.751.122

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
5. Acondicionamiento del patio						
5.1 Preparación del suelo						
Arado (pasadas)	\$ 35.000	1		\$ 35.000	35000	\$ 35.000
Rastra (pasadas)	\$ 75.000	3		\$ 25.000	75000	\$ 75.000
Análisis de suelo	\$ 22.050	1		\$ 22.050	22050	\$ 22.050
Arriendo tractor mas maquinaria (hrs)	\$ 150.000	6		\$ 25.000	150000	\$ 150.000
Mezcla NPK (15-30-15) (kg)	\$ 272.727	273		\$ 1.000	272727,2727	\$ 272.727
Soprocál Cal (kg)91%	\$ 262.636	2273		\$ 116	262636,3636	\$ 262.636
Herbicidas L Glifopéc	\$ 20.000	1		\$ 20.000	20000	\$ 20.000
5.1 TOTAL	\$ 837.414					\$ 837.414

5.2 Instalación de postes alambrado y siembra rizomas						
Prestación servicios instalación estructura	\$ 8.000.000					\$ 8.000.000
5.2 TOTAL	\$ 8.000.000					\$ 8.000.000
5. TOTAL	\$ 8.837.414					\$ 8.837.414

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
6. Capital de trabajo						
6.1 Costo de operación año 1						
Total Costos (año 1)						\$ 16.324.389
Total Depreciaciones (año 1)						\$ 5.604.913
TOTAL CAPITAL OPERACIONAL AÑO 1						\$ 10.719.476
CAPITAL OPERACIÓN DIARIO (AÑO 1)						\$ 29.368
6.1 TOTAL CAPITAL TRABAJO AÑO 1	\$ 10.719.476					\$ 10.719.476

6.2 Costos de operación año 2						
Total Costos (año 2)						\$ 17.409.421
Total Depreciaciones (año 2)						\$ 5.604.913
TOTAL CAPITAL OPERACIONAL AÑO 2						\$ 11.804.508
CAPITAL OPERACIÓN DIARIO (AÑO 2)						\$ 32.341
6.2 TOTAL CAPITAL TRABAJO AÑO 2	\$ 11.804.508					\$ 11.804.508
6. TOTAL CAPITAL TRABAJO (años 1 y 2)						\$ 22.523.983
INVERSIÓN INICIAL TOTAL	\$ 117.046.975					\$ 117.046.975

Anexo A2. Costos fijos y variables del proyecto

	Años										
Costos variables	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mano de obra temporada		\$ 572.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000
Electricidad		\$ 240.000	\$ 240.000	\$ 534.286	\$ 705.257	\$ 854.857	\$ 854.857	\$ 961.714	\$ 961.714	\$ 961.714	\$ 961.714
combustible		\$ 314.157	\$ 314.157	\$ 376.988	\$ 376.988	\$ 439.819	\$ 439.819	\$ 502.651	\$ 502.651	\$ 502.651	\$ 502.651
Gas nitrogenado				\$ 110.000	\$ 110.000	\$ 165.000	\$ 165.000	\$ 220.000	\$ 220.000	\$ 220.000	\$ 220.000
Bolsas aluminizadas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 341.088	\$ 450.236	\$ 545.741	\$ 545.741	\$ 613.958	\$ 613.958	\$ 613.958	\$ 613.958
Fertilizantes	\$ 0		\$ 535.364	\$ 888.909	\$ 888.909	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727
Fumigación + herbicidas	\$ 0	\$ 150.000	\$ 120.000	\$ 150.000	\$ 100.000	\$ 150.000	\$ 120.000	\$ 100.000	\$ 150.000	\$ 100.000	\$ 100.000
Total costos variables	\$ 0	\$ 1.276.157	\$ 2.309.520	\$ 3.501.271	\$ 3.731.390	\$ 4.326.145	\$ 4.296.145	\$ 4.569.051	\$ 4.619.051	\$ 4.569.051	\$ 4.569.051
	Años										
Costos fijos	\$ -	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sueldos Personal permanente	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	\$ 8.400.000	
Internet y telefonía	\$ 0	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000	\$ 312.000
Depreciación	\$ 0	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913
Mantenión equipos	\$ 0	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511	\$ 667.511
Imprevistos (4%)	\$ 0	\$ 63.808	\$ 115.476	\$ 175.064	\$ 186.570	\$ 216.307	\$ 214.807	\$ 228.453	\$ 230.953	\$ 228.453	\$ 228.453
Total costos fijos	\$ 0	\$ 15.048.232	\$ 15.099.900	\$ 15.159.488	\$ 15.170.994	\$ 15.200.732	\$ 15.199.232	\$ 15.212.877	\$ 15.215.377	\$ 15.212.877	\$ 15.212.877
Costo Total		\$ 16.324.389	\$ 17.409.421	\$ 18.660.759	\$ 18.902.384	\$ 19.526.876	\$ 19.495.376	\$ 19.781.928	\$ 19.834.428	\$ 19.781.928	\$ 19.781.928
Costo actualizado (10%)	\$ 0	\$ 14.840.354	\$ 14.387.951	\$ 14.020.104	\$ 12.910.583	\$ 12.124.654	\$ 11.004.632	\$ 10.151.257	\$ 9.252.907	\$ 8.389.468	\$ 7.626.789

COSTO DE TRANSPORTE

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distancia Máfil a Valdivia (km)	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
Rendimiento camioneta litro bencina (km)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Precio litro bencina	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193
Cantidad viajes (ida y vuelta)	50	50	60	60	70	70	80	80	80	80
Total combustible	\$ 314.157	\$ 314.157	\$ 376.988	\$ 376.988	\$ 439.819	\$ 439.819	\$ 502.651	\$ 502.651	\$ 502.651	\$ 502.651

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Años	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad Mezcla NPK (15-30-15) (kg)	\$ 273	\$ 364	\$ 364	\$ 545	\$ 545	\$ 545	\$ 545	\$ 545	\$ 545
Precio	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Sub total fertilizantes	\$ 272.727	\$ 363.636	\$ 363.636	\$ 545.455	\$ 545.455	\$ 545.455	\$ 545.455	\$ 545.455	\$ 545.455
Soprocál Cal (kg)91% (25 kg)	\$ 91	\$ 182	\$ 182	\$ 182	\$ 182	\$ 182	\$ 182	\$ 182	\$ 182
Precio	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889
Sub total enmiendas	\$ 262.636	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273	\$ 525.273
Total	\$ 535.364	\$ 888.909	\$ 888.909	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727	\$ 1.070.727

COSTO DE PESTICIDAS

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Curzate	\$ 50.000	-	-	-	\$ 50.000	-	-	-	-	-
Oxicloruro dse Cu	-	\$ 20.000	-	-	-	\$ 20.000	-	-	-	-
Metalaxil	-	-	\$ 50.000	-	-	-	-	\$ 50.000	-	-
Total	\$ 50.000	\$ 20.000	\$ 50.000	\$ 0	\$ 50.000	\$ 20.000	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0

Anexo A3. Depreciación y valor residual**Cuadro de Depreciaciones y Estimación del Valor Residual**

ACTIVO FIJO	Año de construcción o fabricación	Valor Inicial (1)	Valor Final (2)	Valor a depreciar (3)	Vida Útil (años)	Depreciación anual	Nº de años del proyecto	Valor Residual (4)	Depreciación acumulada
Carretillas	2022	\$ 30.000	\$ 0	\$ 30.000	\$ 3	\$ 10.000	\$ 10	\$ 100.000	\$ 0
Escalera	2022	\$ 40.000	\$ 0	\$ 40.000	\$ 5	\$ 8.000	\$ 10	\$ 80.000	\$ 0
Tijeras de poda	2022	\$ 8.000	\$ 0	\$ 8.000	\$ 3	\$ 2.667	\$ 10	\$ 26.667	\$ 0
Pardadera	2022	\$ 4.000	\$ 364	\$ 4.000	\$ 11	\$ 364	\$ 10	\$ 3.636	\$ 364
Estructura	2022	\$ 9.795.988	\$ 3.265.329	\$ 9.795.988	\$ 15	\$ 653.066	\$ 10	\$ 6.530.659	\$ 3.265.329
Sistema Riego	2022	\$ 1.048.847	\$ 0	\$ 1.048.847	\$ 10	\$ 104.885	\$ 10	\$ 1.048.847	\$ 0
Camioneta	2022	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 10	\$ 0	\$ 10	\$ 0	\$ 0
Pelletizadora	2022	\$ 18.375.000	\$ 6.125.000	\$ 18.375.000	\$ 15	\$ 1.225.000	\$ 10	\$ 12.250.000	\$ 6.125.000
Cosechadora	2022	\$ 30.625.000	\$ 10.208.333	\$ 30.625.000	\$ 15	\$ 2.041.667	\$ 10	\$ 20.416.667	\$ 10.208.333
Remolque cargador	2022	\$ 1.337.739	\$ 0	\$ 1.337.739	\$ 10	\$ 133.774	\$ 10	\$ 1.337.739	\$ 0
Camara de secado	2022	\$ 1.225.000	\$ 408.333	\$ 1.225.000	\$ 15	\$ 81.667	\$ 10	\$ 816.667	\$ 408.333
Fuente calor dragón	2022	\$ 392.000	\$ 0	\$ 392.000	\$ 10	\$ 39.200	\$ 10	\$ 392.000	\$ 0
Camioneta	2022	\$ 12.250.000	\$ 0	\$ 12.250.000	\$ 10	\$ 1.225.000	\$ 10	\$ 12.250.000	\$ 0
Selladora vacío	2022	\$ 796.250	\$ 0	\$ 796.250	\$ 10	\$ 79.625	\$ 10	\$ 796.250	\$ 0
TOTAL						\$ 5.604.913		\$ 56.049.132	\$ 20.007.360

Anexo A4. Ingresos estimados (proyectados)

	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendimiento	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.122	\$ 1.481	\$ 1.795	\$ 1.795	\$ 2.020	\$ 2.020	\$ 2.020	\$ 2.020
Precio de venta (\$)	\$ 0	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000
Ingreso Bruto Anual	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 28.050.000	\$ 37.026.000	\$ 44.880.000	\$ 44.880.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000

Anexo A5. Flujo de caja proyección 10 años.

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS BRUTOS (VENTAS)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 28.050.000	\$ 37.026.000	\$ 44.880.000	\$ 44.880.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000	\$ 50.490.000
COSTOS ANUALES	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 18.660.759	\$ 18.902.384	\$ 19.526.876	\$ 19.495.376	\$ 19.781.928	\$ 19.834.428	\$ 19.781.928	\$ 19.781.928
UTILIDAD BRUTA (ANTES IMPUESTOS)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.389.241	\$ 18.123.616	\$ 25.353.124	\$ 25.384.624	\$ 30.708.072	\$ 30.655.572	\$ 30.708.072	\$ 30.708.072
IMPUESTOS (19%)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.783.956	\$ 3.443.487	\$ 4.817.094	\$ 4.823.079	\$ 5.834.534	\$ 5.824.559	\$ 5.834.534	\$ 5.834.534
UTILIDAD NETA (DESPUÉS IMPUESTOS)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 7.605.285	\$ 14.680.129	\$ 20.536.030	\$ 20.561.545	\$ 24.873.539	\$ 24.831.014	\$ 24.873.539	\$ 24.873.539
DEPRECIACIÓN	\$ 0	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913
INVERSIÓN TOTAL	-\$ 117.046.975	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
REINVERSIONES TOTALES	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 38.000	\$ 0	-\$ 1.030.000	\$ 0	-\$ 38.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
VALOR RESIDUAL	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 20.007.360
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-\$ 117.046.975	\$ 5.604.913	\$ 5.604.913	\$ 13.172.199	\$ 20.285.042	\$ 25.110.943	\$ 26.166.458	\$ 30.440.452	\$ 30.435.927	\$ 30.478.452	\$ 50.485.812
FLUJO CAJA ACTUALIZADO	\$ 0	\$ 5.095.376	\$ 4.632.160	\$ 9.896.468	\$ 18.440.947	\$ 20.752.846	\$ 19.659.248	\$ 27.673.138	\$ 25.153.659	\$ 22.898.912	\$ 45.896.192

ANEXO 2

PROYECTO B – ÁREA PLANTADA DE 550m²

Tabla B1. Inversión inicial total (proyectada)

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
1. Construcción de estructura						
Postes impregnados 1,2*2*6	\$ 720.000	12	kg	\$ 35.000	\$ 420.000	\$ 720.000
Alambre Galvanizada N°6 (kg)	\$ 47.285	25	kg	\$ 1.544	\$ 38.600	\$ 47.285
Alambre Galvanizada N°8 (kg)	\$ 164.150	50	kg	\$ 2.680	\$ 134.000	\$ 164.150
Cable Acero 3/16" (m)	\$ 60.025	140	m	\$ 350	\$ 49.000	\$ 60.025
Tensores 5/8" m	\$ 55.125	16	m	\$ 2.813	\$ 45.000	\$ 55.125
Abrazaderas 1/4	\$ 12.863	50	unid.	\$ 210	\$ 10.500	\$ 12.863
Clavos 4" (kg)	\$ 2.058	1	kg	\$ 1.680	\$ 1.680	\$ 2.058
Grapas 1 1/2" (kg)	\$ 3.969	2	kg	\$ 1.620	\$ 3.240	\$ 3.969
Anclaje de cemento 40kg	\$ 73.745	14	kg	\$ 4.300	\$ 60.200	\$ 73.745
Imprevistos de Estructura (4%)	\$ 45.569					\$ 45.569
1. TOTAL	\$ 1.184.788					\$ 1.184.788

2. Instalación de sistema de riego						
Cañería planza polietileno 1" (m)	\$ 30.380	50	m	\$ 496	\$ 24.800	\$ 30.380
Cañería planza polietileno 1/2" (m)	\$ 59.535	300	m	\$ 162	\$ 48.600	\$ 59.535
Tee plástica 1 x 1/2 (u)	\$ 8.710	10	unid.	\$ 711	\$ 7.110	\$ 8.710
Codo plástico 1" (u)	\$ 1.384	2	unid.	\$ 565	\$ 1.130	\$ 1.384
Válvula de bola 1" (u)	\$ 1.997	1	unid.	\$ 1.630	\$ 1.630	\$ 1.997
Goteros 4LH SWLL (u)	\$ 35.991	260	unid.	\$ 113	\$ 29.380	\$ 35.991
Abrazadera crem. 1, 1/4 (p/polietileno) (u)	\$ 5.184	10	unid.	\$ 423	\$ 4.232	\$ 5.184
Pita plástica (kg)	\$ 5.292	1	kg	\$ 4.320	\$ 4.320	\$ 5.292
Bomba de riego (0,5 HP)	\$ 55.125	1	unid.	\$ 45.000	\$ 45.000	\$ 55.125
2. TOTAL	\$ 203.597					\$ 203.597

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
3. Adquisición de material vegetal						
Rizomas de lúpulo (unidades)	\$ 892.500	255	unid.	\$ 3.500	\$ 892.500	\$ 892.500
3. TOTAL	\$ 892.500					\$ 892.500

4. Adquisición de Herramientas y Equipos						
Fuente calor dragón	\$ 320.000	1	unid.	\$ 320.000		\$ 320.000
Carretillas	\$ 90.000	2	unid.	\$ 45.000		\$ 90.000
Escalera	\$ 400.000	2	unid.	\$ 200.000		\$ 400.000
tijeras de poda	\$ 24.000	4	unid.	\$ 6.000		\$ 24.000
Pardadera	\$ 40.000	1	unid.	\$ 40.000		\$ 40.000
Bomba espalda atomizadora (16 L)	\$ 30.000	1	l	\$ 30.000		\$ 30.000
4. TOTAL	\$ 904.000					\$ 904.000

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
5. Acondicionamiento del patio						
5.1 Preparación del suelo						
Arado (pasadas)	\$ 12.250	1		\$ 12.250		\$ 12.250
Rastra (pasadas)	\$ 88.200	3		\$ 29.400		\$ 88.200
Análisis de suelo	\$ 22.050	1		\$ 22.050		\$ 22.050
Arriendo tractor mas maquinaria(hrs)	\$ 150.000	6		\$ 25.000		\$ 150.000
Mezcla NPK (15-30-15) (kg)	\$ 15.000	15		\$ 1.000		\$ 15.000
Soprocal Cal (kg)91% (25 kg)	\$ 14.445	5		\$ 2.889		\$ 14.445
Herbicidas L Glifopec	\$ 20.000	1		\$ 20.000		\$ 20.000
5.1 TOTAL	\$ 321.945					\$ 321.945

5.2 Instalación de postes alambrado y siembra rizomas						
Prestación servicios instalación estructura	\$ 0					\$ 2.258.820
5.2 TOTAL	\$ 2.258.820					\$2.258.820

5.3 Plantación de rizomas						
Plantación rizomas	\$ 75.000	3	jh	\$ 25.000		\$ 75.000
5.3 TOTAL	\$ 75.000					\$ 75.000
5. TOTAL	\$ 2.655.765					\$ 2.655.765

ITEM DE INVERSIÓN	Aporte Propio	Cantidad	Unidad medida	Precio unitario Oct 2017	Valor Oct 2017	Valor actualizado abril 2022
6. Capital de trabajo						
6.1 Costo de operación año 1	\$ 0					
Total Costos (año 1)	\$ 1.758.998					\$ 1.758.998
Total Depreciaciones (año 1)	\$ 1.075.952					\$ 1.075.952
	\$ 0					
TOTAL CAPITAL OPERACIONAL AÑO 1	\$ 683.047					\$ 683.047
CAPITAL OPERACIÓN DIARIO (AÑO 1)	\$ 1.871					\$ 1.871
	\$ 0					
6.1 TOTAL CAPITAL TRABAJO AÑO 1	\$ 683.047					\$ 683.047
	\$ 0					

6.2 Costos de operación año 2						
Total Costos (año 2)	\$ 1.758.421					\$ 1.758.421
Total Depreciaciones (año 2)	\$ 1.075.952					\$ 1.075.952
TOTAL CAPITAL OPERACIONAL AÑO 2	\$ 682.470					\$ 682.470
CAPITAL OPERACIÓN DIARIO (AÑO 2)	\$ 1.870					\$ 1.870
6.2 TOTAL CAPITAL TRABAJO AÑO 2	\$ 682.470					\$ 682.470
6. TOTAL CAPITAL TRABAJO (años 1 y 2)	\$ 1.365.516					\$ 1.365.516
INVERSIÓN INICIAL TOTAL	\$ 7.206.167					\$ 7.206.167

ANEXO B2. Costos fijos y variables del proyecto

	Años										
Costos variables	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Electricidad	\$ 0	\$120.000,00	\$ 120.000,00	\$175.803,57	\$193.660,71	\$209.285,71	\$209.285,71	\$ 220.446,43	\$ 220.446,43	\$220.446,43	\$ 220.446,43
Bolsas aluminizadas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$27.360,00	\$45.600,00	\$45.600,00	\$45.600,00	\$ 45.600,00	\$ 45.600,00	\$45.600,00	\$ 45.600,00
Combustible	\$ 0	\$37.698,80	\$ 37.698,80	\$75.397,60	\$125.662,67	\$125.662,67	\$125.662,67	\$ 125.662,67	\$ 125.662,67	\$125.662,67	\$ 125.662,67
Bolsas aluminizadas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$38.000,00	\$50.160,00	\$60.800,00	\$60.800,00	\$ 68.400,00	\$ 68.400,00	\$68.400,00	\$ 68.400,00
Fertilizantes	\$ 0	\$ 0	\$ 29.445,00	\$48.890,00	\$116.670,00	\$116.670,00	\$116.670,00	\$ 116.670,00	\$ 116.670,00	\$116.670,00	\$ 116.670,00
Mano de obra	\$ 0	\$200.000,00	\$ 200.000,00	\$362.500,00	\$632.500,00	\$725.000,00	\$768.750,00	\$ 806.250,00	\$ 806.250,00	\$806.250,00	\$ 806.250,00
Pesticidas	\$ 0	\$50.000,00	\$ 20.000,00	\$50.000,00	\$ 0	\$50.000,00	\$20.000,00	\$ 0	\$ 50.000,00	\$ 0	\$ 0
Total costos variables	\$ 0	\$407.698	\$ 407.143	\$777.951	\$ 1.164.253	\$ 1.333.018	\$ 1.346.768	\$ 1.383.029	\$ 1.433.029	\$ 1.383.029	\$ 1.383.029
Costos fijos	Años										
Costos fijos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Internet y telefonía	\$ 0	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
Depreciación	\$ 0	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952	\$ 1.075.952
Mantenimiento equipos	\$ 0	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040	\$ 9.040
Imprevistos (4%) [1]	\$ 0	\$ 16.308	\$ 16.286	\$ 31.118	\$ 46.570	\$ 53.321	\$ 53.871	\$ 55.321	\$ 57.321	\$ 55.321	\$ 55.321
Total costos fijos	\$ 0	\$ 1.351.300	\$ 1.351.277	\$ 1.366.110	\$ 1.381.562	\$ 1.388.312	\$ 1.388.862	\$ 1.390.313	\$ 1.392.313	\$ 1.390.313	\$ 1.390.313
Costo Total	\$ 0	\$ 1.758.998	\$ 1.758.421	\$ 2.144.061	\$ 2.545.815	\$ 2.721.331	\$ 2.735.631	\$ 2.773.342	\$ 2.825.342	\$ 2.773.342	\$ 2.773.342
Costo actualizado (10%)	\$ 0	\$ 1.599.089	\$ 1.453.241	\$ 1.610.865	\$ 1.738.826	\$ 1.689.732	\$ 1.544.192	\$ 1.423.163	\$ 1.318.043	\$ 1.176.168	\$ 1.069.243

REINVERSIONES

Item	Años									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carretillas	-	-	\$ 90.000	-	-	-	\$ 90.000	-	-	-
Fuente de calor dragón	-	-	-	-	\$ 320.000	-	-	-	-	-
Tijera de poda	-	-	\$ 24.000	-	-	-	\$ 24.000	-	-	-
TOTAL	-	-	\$ 114.000	-	\$ 320.000	-	\$ 114.000	-	\$ 0	\$ 0

COSTO DE TRANSPORTE

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distancia Máfil a Valdivia (km)	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5	39,5
Rendimiento camioneta litro bencina (km)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Precio litro bencina	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193	\$ 1.193
Cantidad viajes (ida y vuelta)	6	6	12	20	20	20	20	20	20	20
Total combustible	\$ 37.699	\$ 37.699	\$ 75.398	\$ 125.663	\$ 125.663	\$ 125.663	\$ 125.663	\$ 125.663	\$ 125.663	\$ 125.663

COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad Mezcla NPK (15-30-15) (kg)		\$ 15	\$ 20	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30
Precio		\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Sub total fertilizantes		\$ 15.000	\$ 20.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 30.000
Soprocál Cal (kg)91% (25 kg)		\$ 5	\$ 10	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30	\$ 30
Precio		\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889	\$ 2.889
Sub total enmiendas		\$ 14.445	\$ 28.890	\$ 86.670	\$ 86.670	\$ 86.670	\$ 86.670	\$ 86.670	\$ 86.670	\$ 86.670
Total		\$ 29.445	\$ 48.890	\$ 116.670	\$ 116.670	\$ 116.670	\$ 116.670	\$ 116.670	\$ 116.670	\$ 116.670

COSTO DE PESTICIDAS

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Curzate	\$ 50.000				\$ 50.000					
Oxícloruro dse Cu		\$ 20.000				\$ 20.000				
Metalaxil			\$ 50.000					\$ 50.000		
Total	\$ 50.000	\$ 20.000	\$ 50.000	\$ 0	\$ 50.000	\$ 20.000	\$ 0	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0

JORNADAS HOMBRES REQUERIDAS PARA LABORES PATIO

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aplicación de pesticidas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Entutorado	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cosecha			10	10	12	13,75	13,75	15	15	15
Labores de secado			3	3	4	4	5	5	5	5
Labores de envasado			2,5	3,3	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5
Comercialización			1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	8	8	14,5	25,3	29	30,75	32,25	33,5	33,5	33,5

Tabla B4. Depreciación y valor residual.

ACTIVO FIJO	Año de construcción o fabricación	Valor Inicial (1)	Valor Final (2)	Valor a depreciar (3)	Vida Útil (años)	Depreciación anual	Nº de años del proyecto	Depreciación acumulada	Valor Residual (4)
Fuente calor dragón	2022	\$ 320.000	\$ 0	\$ 320.000	5	\$ 64.000	\$ 10	\$ 640.000	\$ 0
Carretillas	2022	\$ 30.000	\$ 0	\$ 30.000	10	\$ 3.000	\$ 10	\$ 30.000	\$ 0
Escalera	2022	\$ 40.000	\$ 0	\$ 40.000	10	\$ 4.000	\$ 10	\$ 40.000	\$ 0
tijeras de poda	2022	\$ 8.000	\$ 0	\$ 8.000	3	\$ 2.667	\$ 10	\$ 26.667	\$ 0
Pardadera	2022	\$ 40.000	\$ 13.333	\$ 40.000	15	\$ 2.667	\$ 10	\$ 26.667	\$ 13.333
Bomba espalda (16 L)	2022	\$ 3.000	\$ 273	\$ 3.000	11	\$ 273	\$ 10	\$ 2.727	\$ 273
Estructura	2022	\$ 1.184.788	\$ 394.929	\$ 1.184.788	15	\$ 78.986	\$ 10	\$ 789.859	\$ 394.929
Sistema Riego	2022	\$ 203.597	\$ 0	\$ 203.597	10	\$ 20.360	\$ 10	\$ 203.597	\$ 0
Camioneta	2022	\$ 9.000.000	\$ 0	\$ 9.000.000	10	\$ 900.000	\$ 10	\$ 9.000.000	\$ 0
TOTAL						\$ 1.075.952		\$ 10.759.517	\$ 408.535

Anexo B5. Ingresos estimados (proyectados)

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendimiento (kg)	0	0	0	125	165	200	200	225	225	225	225
Precio de venta (\$/kg)	\$ 0	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000	\$ 21.000
Ingreso Bruto Anual	\$ 0	\$ 0	\$ 2.625.000	\$ 3.465.000	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000	\$ 4.725.000	\$ 4.725.000	\$ 4.725.000	\$ 4.725.000	\$ 4.725.000

Anexo B6. Flujo de caja proyección 10 años.

AÑO	Monto Inversión	Flujo Neto	Valor Residual	Saldo	Flujo neto actualizado
0	\$-7.206.167	-\$ 7.206.167	0	\$-7.206.167	-\$ 7.206.167
1	0	\$ 1.075.952	0	\$1.075.952	\$ 978.138
2	0	\$ 1.075.952	0	\$1.075.952	\$ 889.216
3	0	\$ 1.351.512	0	\$1.351.512	\$ 1.015.411
4	0	\$ 1.820.491	0	\$1.820.491	\$ 1.243.420
5	0	\$ 1.953.674	0	\$1.953.674	\$ 1.213.078
6	0	\$ 2.262.091	0	\$2.262.091	\$ 1.276.891
7	0	\$ 2.542.795	0	\$2.542.795	\$ 1.304.856
8	0	\$ 2.614.675	0	\$2.614.675	\$ 1.219.765
9	0	\$ 2.656.795	0	\$2.656.795	\$ 1.126.740
10	0	\$ 3.065.330	408.535	\$3.473.866	\$ 1.181.817
TOTAL	\$ 4.243.166				
TIR	20,1%				
VABN	\$ 4.243.166				



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL

Corporación Regional de
Desarrollo Productivo



Universidad Austral de Chile

Conocimiento y Naturaleza

