



El cultivo del lúpulo

Aspectos agroambientales y
económicos para el Alto Valle
del río Negro

Walter Nievas, Patricia Villarreal, Alfredo Rosati,
Andrea Rodríguez y Jonatán Lago

INTA | Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN

El cultivo del lúpulo

Aspectos agroambientales y económicos para el Alto Valle del río Negro

*Walter Nievas, Patricia Villarreal, Alfredo Rosati,
Andrea Rodríguez y Jonatán Lago*



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

*Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle
2021*

633.7 C89 El cultivo del lúpulo : aspectos agroambientales y económicos para el Alto Valle del río Negro / Walter Nieves... [et al.]. – Buenos Aires : Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, 2021.
82 p. : il. (PDF)

Otros autores: Patricia Villarreal, Alfredo Rosati, Andrea Rodríguez y Jonatán Lago

ISBN 978-987-8333-90-8 (digital)

i. Nieves, Walter. ii. Villarreal, Patricia. iii. Rosati, Alfredo. iv. Rodríguez, Andrea. v. Lago, Jonatán

LÚPULO – CULTIVO – MEDIO AMBIENTE – ANALISIS ECONÓMICO – ALTO VALLE, RIO NEGRO

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:

Sebastián Izaguirre, INTA Alto Valle

*Este libro
cuenta con licencia:*



CONTENIDOS

Agradecimientos

5 Prólogo

6 Síntesis General

7 Características Botánicas

15 Requerimientos Climáticos

24 Requerimientos Edáficos e Hídricos

33 Plagas y Enfermedades

49 Manejo del cultivo en Alto Valle

62 Cosecha y procesamiento

70 Evaluación de la inversión

77 Análisis económico

79 Conclusiones

80 Bibliografía

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la cooperación de las siguientes personas que hicieron sus aportes y sugerencias:

Lic. Luis Dimotta. Brewing and Quality AB InBev. Porto Alegre.

Ing. Agr. Hernán Bergamini. Chacra Lúpulo Fernández Oro Quilmes, Río Negro.

Téc. Agr. Martín Severini. Chacra Lúpulo Fernández Oro Quilmes, Río Negro.

Sr. Alejandro Berlinger. Cámara de la Industria Cervecera Argentina, CABA.

Sres. Juan Manuel González, Federico Villa y Matías Cavanna. Cámara de Cerveceros Artesanales de Argentina, CABA.

Sres. Alicia Miller y Julián Tocce, Bahía Creek Cerveza Patagónica. General Roca, Río Negro.

Ing. Agr. MSc. Lucía Mañueco. INTA Alto Valle.

Ing. Agr. Ayelén Montenegro. INTA Alto Valle.

Dra. Susana Di Masi. INTA Alto Valle.

Sr. Jorge Águila. Natural Mystic Cervecería Artesanal. General Roca, Río Negro.

Sra. Mariana Benítez. Productora de lúpulo. Cerveza Desértica. 25 de Mayo, La Pampa.

Sres. Rubén Da Silva y Adriana Capelletti. Productores de lúpulo de Villa Regina, Río Negro.

Sr. Néstor Hamra. Productor de lúpulo. Villa Regina, Río Negro.

Ing. Agr. Andrea Cardozo. INTA El Bolsón, Río Negro.

Sr. Manuel Méndez. Cervecería Owe. Lago Puelo, Chubut.

Sr. Federico Franke. Cervecería Kalevala. Cipolletti, Río Negro.

PRÓLOGO

Uno de los emergentes del proceso de transformación que atraviesa el territorio se verifica en el interés de distintos actores en explorar las posibilidades de los llamados “cultivos alternativos”.

Como respuesta inicial a este proceso, desde el INTA Alto Valle se tomó contacto con distintas experiencias locales y se realizaron entrevistas en profundidad a productores, técnicos y demás actores relacionados. Esta actividad se integró con un relevamiento bibliográfico de los requerimientos y limitantes de dichos cultivos en las condiciones ambientales de la región, con una propuesta tentativa de modelo de producción para la zona, y con un análisis económico y de inversión.

En este marco, el presente trabajo sobre el lúpulo (*Humulus lupulus* L.) tiene como objetivo aportar información básica sobre sus potencialidades y aspectos condicionantes en Alto Valle, a fin de orientar tanto a quienes estén evaluando iniciarse comercialmente con esta especie, como a eventuales futuras líneas de investigación.

Walter Nievas y Patricia Villarreal
INTA Alto Valle

SÍNTESIS GENERAL

Perteneciente al grupo de los cultivos industriales, el lúpulo despierta interés entre inversores y pequeños agricultores, impulsado entre otros factores por su relativa simplicidad del manejo, la demanda local insatisfecha y la evolución de los cambios que están reconfigurando la matriz productiva del área bajo riego.

Alto Valle cuenta con una rica historia de iniciativas con esta especie, actualmente acotada a pocos establecimientos, el más importante en Fernández Oro y otros más recientes en Villa Regina. Estas explotaciones, junto a las de la Comarca Andina, según datos preliminares de INDEC (2020) y de referentes a nivel regional y nacional, suman cerca de 189 hectáreas con una producción que supera las 300 toneladas, de las cuales se destina el 72 % a la industria y el 28 % al sector *craft* o artesanal, debiendo importarse aproximadamente otras 665 toneladas anuales para satisfacer el consumo nacional (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2020).

Comparativamente con el cultivo tradicional de frutales de pepita o carozo de los valles irrigados, esta especie presenta sus particularidades y sus limitantes:

ASPECTOS DE INTERÉS

La multiplicación es agámica y no requiere injertación.

No se utilizan variedades polinizadoras ni colmenas.

Menos nivel de riesgo al granizo por menor relevancia de la cosmética del producto.

Baja susceptibilidad a heladas.

Sus exigencias de horas de frío se satisfacen.

Alto Valle se encuentra dentro del rango de latitudes óptimo para su cultivo.

Sin problemas sanitarios significativos.

La entrada en producción es más rápida.

Disponibilidad de tierra y agua en la zona.

Muchas de las tareas a campo se pueden realizar con las maquinarias tradicionales.

Expansión del sector *craft* y sofisticación del consumo estimulan el interés en su producción.

La demanda local es mayor que la oferta.

LIMITANTES A CONSIDERAR

Requiere alto nivel de articulación entre producción primaria y acondicionamiento poscosecha.

Escasas líneas de investigación sobre su comportamiento y manejo en el ambiente local.

Susceptible al daño mecánico de los vientos del valle.

Bajo nivel de calificación de la mano de obra local.

Mayor requerimiento de mecanización a campo.

Reducido número de profesionales especializados.

Su carácter plurianual limita la figura de arrendamiento.

Elevada inversión inicial en maquinaria especial importada y de infraestructura para trillado, secado, enfardado.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El lúpulo (*Humulus lupulus* L.) pertenece a la familia de las cannabináceas, es una especie diclino dioica, trepadora, perenne en su parte subterránea y anual en la parte aérea.

Su sistema radicular lo conforma una raíz pivotante y numerosas raíces secundarias, que profundiza hasta 2-3 metros y lateraliza más de 2 metros desde el eje (Lerdon, 2017), siendo en realidad un rizoma o tallo subterráneo que actúa como órgano de almacenamiento perenne y sobrevive inactivo en invierno, para reiniciar el ciclo vegetativo la temporada siguiente (Dodds, 2017). Cada primavera se generan numerosas raicillas que al cambiar las condiciones ambientales al final de la temporada se atrofian y mueren, para volver a regenerarse en primavera (Rivacek, 1991). Ese rizoma que brota anualmente, tiene una vida media útil de 12 a 15 años (Magadan, 2011), o bien 25 años o más en un buen entorno de crecimiento (Morton, 2013).

Cada primavera del rizoma brotan numerosos tallos que crecen rápidamente en sentido horario (dextroso) y que deben tutorarse para conducirlos y evitar que se enrollen sobre sí mismos (Kneen, 2003).



Foto 1. Etapa de brotación. Alto Valle del río Negro.

El tallo es robusto, piloso, hueco, verde o violeta, de sección generalmente hexagonal y con estípulas de las que salen las hojas. Dichas hojas son opuestas, palmeado - hendidas, y divididas en 3 a 5 lóbulos (Magadan, 2011) y a veces 7 (Neve, 1991), con márgenes serrados (Sirrinc, 2010). Aunque no posee zarcillos como la vid ni otros apéndices, se la considera trepadora (SINAVIMO, 2019), sirviéndose de pelos compuestos principalmente de silicatos (Rivacek, 1991) de carácter retrorso (miran hacia la parte basal de los órganos en los que se insertan) que le permiten adherirse a soportes verticales (Dodds, 2017).



Foto 2. Tallo trepando en sentido horario alrededor del tutor. Alto Valle del río Negro.

Posee un fuerte fototropismo que le permite crecer hacia donde se encuentra la mayor cantidad de luz disponible (Braam, 2005) y un tigmotropismo o respuesta al contacto físico con el tutor (Raven, 2004) que le facilita enrollarse alrededor del mismo (Mc Cormack, 2006). A esto se suma una marcada dominancia apical que hace que el tallo no cese el desarrollo vertical prácticamente hasta que aparecen las ramas laterales en las cuales se producen las flores (Magadan, 2011). Puede crecer en la temporada hasta 30 cm/día (Kneen, 2003), con lo cual se la cataloga como una de las especies de más rápido crecimiento después del bambú (Wildfind, 2020), siendo las características propias del sistema radicular en cuanto a su extensión y capacidad de almacenamiento, lo que hace posible este rápido desarrollo durante la primavera verano (Beverly, 2015).



Foto 3. Plantas en pleno desarrollo vertical por alcanzar su altura máxima. Alto Valle del río Negro.

Próximo al solsticio de verano (21 de diciembre), sobre el tallo se desarrollan ramas laterales y se producen las flores en los brotes terminales (Sirrinc, 2010), lo que generalmente coincide con el momento en que el eje llega al extremo superior del tutor (Kneen, 2003), fenómeno que es una respuesta al acortamiento de la duración del día (Hiller, 2019).

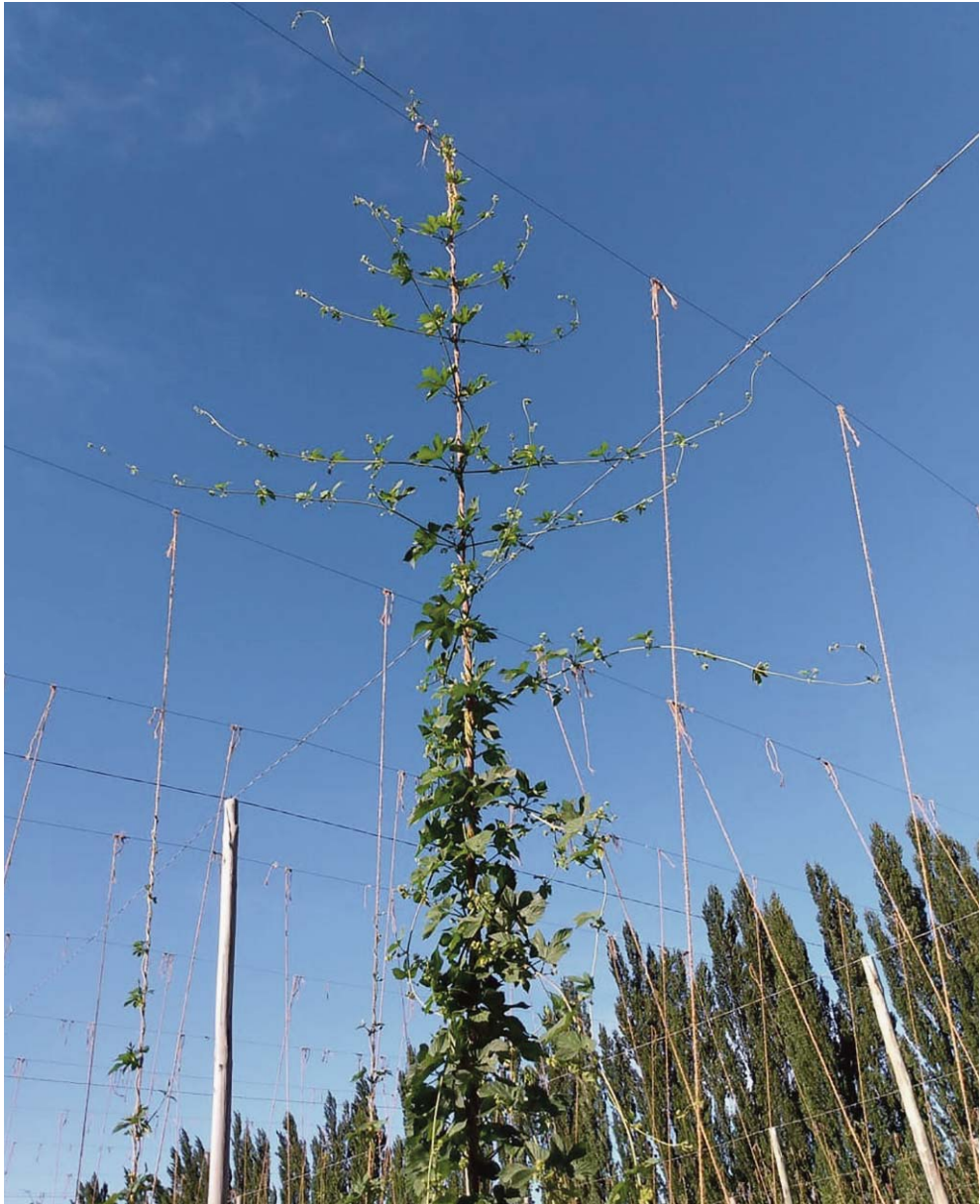


Foto 4. Joven ejemplar que alcanzó los 5 m de altura desarrollando ramas laterales en coincidencia con el solsticio de verano. Alto Valle del río Negro.



Foto 5. Detalle de crecimientos laterales del tallo. Alto Valle del río Negro.

Solamente se cultivan plantas femeninas, cuyas flores se agrupan en inflorescencias o amentos axilares alrededor de un eje central, y están formadas por espigas alternada sobre un raquis cuyas brácteas y bractéolas se alargan en forma de escamas, dándoles aspecto de cono. La forma de los conos, su composición química y el color del tallo constituyen las principales características varietales (Magadan, 2011).

Los conos encierran glándulas de *lupulina*, polvo amarillo aromático y resinoso, compuesto por ácidos amargos, aceites esenciales y taninos, principios activos de la elaboración de la cerveza (Leskovar, 1981). Los ácidos amargos confieren a la misma amargor y estabilidad, los aceites esenciales brindan aroma, y los taninos contribuyen a la clarificación y estabilización de la espuma (SIVAVIMO, 2019).



Foto 6. Inflorescencia femenina. Alto Valle del río Negro.



Foto 7. Flor femenina con glándulas de lupulina. Alto Valle del río Negro.

La floración se prolonga aproximadamente diez días (Magadan, 2011), iniciando luego un proceso de maduración por el cual las flores incrementan su contenido de alfa ácidos y materia seca hasta el momento de la cosecha, que en Alto Valle es desde fines de febrero a fines de marzo, momento en que deben tener un contenido de humedad cercano al 75-80 % (Benedetto, 2019).

Cuando las flores femeninas eventualmente son fecundadas por el polen de una planta macho, las bractéolas se extienden, el raquis se elonga y adelgaza, y la flor adquiere cierta pigmentación, lo que permite distinguirlas de las flores no fecundadas (Neve, 1991).



Foto 8. Conos en pleno desarrollo. Alto Valle del río Negro.

La planta masculina presenta flores amarillo verdosas, pequeñas, dispuestas en panojas axilares (SINAVIMO, 2019), agrupadas en panículas, con un periantio de 5 sépalos verde amarillento y cinco anteras de filamentos cortos con un surco donde las glándulas de resinas están almacenadas (Magadan, 2011). Las flores masculinas poseen una cantidad de resinas mucho menor que las femeninas, lo que condiciona el proceso de elaboración de cerveza, y además producen gran cantidad de polen fácilmente transportado por el viento (Neve, 1991) que polinizan las flores femeninas de las plantas hembra, generando semillas que incrementan hasta un 15 % el peso de los conos, aspecto no deseado por la industria (Kneen, 2003). Las semillas desarrolladas en los conos femeninos que fueron fecundados, confieren un elevado nivel de ácidos grasos al sabor y a la estabilidad de la cerveza, afectándola negativamente (HAPI, 2019), motivo por el cual la utilización de plantas macho se acota a programas de mejoramiento genético (Ruth, 2018).



Foto 9. Planta macho lista para ser erradicada Alto Valle del río Negro.

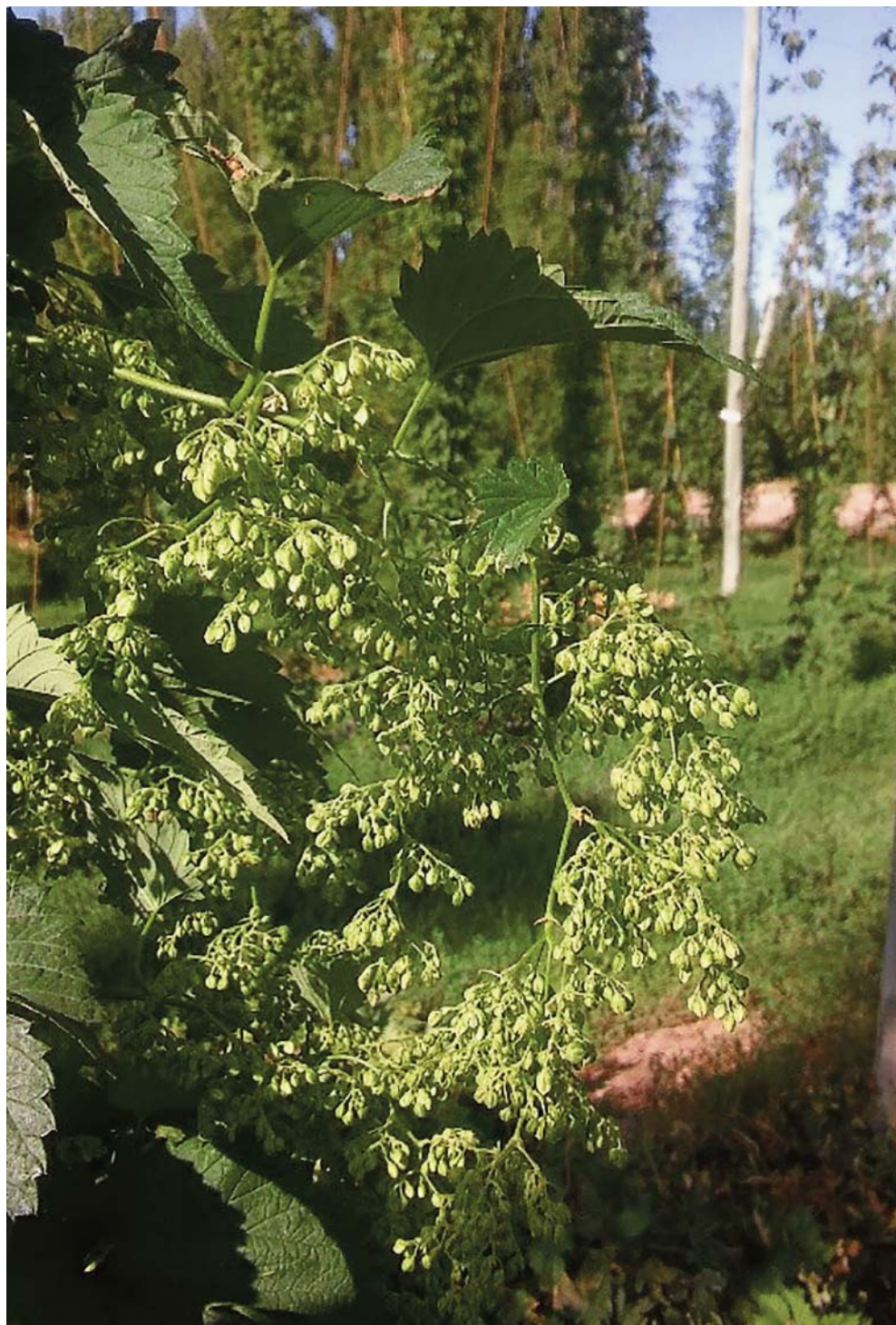


Foto 10. Inflorescencia masculina en una planta macho. Alto Valle del río Negro.

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Temperaturas

El régimen anual de temperaturas en Alto Valle acusa valores mínimos en el trimestre invernal (junio–julio–agosto) con mínimas cercanas a 0 °C, medias entre 5 y 7 °C y valores máximos cercanos a 15 °C. En primavera y otoño las mínimas oscilan entre 3 y 10 °C, los valores medios de 10 a 20 °C y los máximos, un poco menores en otoño, de 15 a 25 °C, y de 20 a 25 °C en primavera. El trimestre estival registra valores mínimos medios de 12°C, temperaturas medias de 20° a 22°C y máximas medias de 30°C.

El lúpulo prefiere un clima fresco y húmedo con veranos templados y temperaturas medias entre 16 y 18 °C, siendo el rango óptimo de 18 a 22 °C (OMAFRA, 2012), exigencias que en términos generales se ajustan a las condiciones térmicas descriptas para la zona.



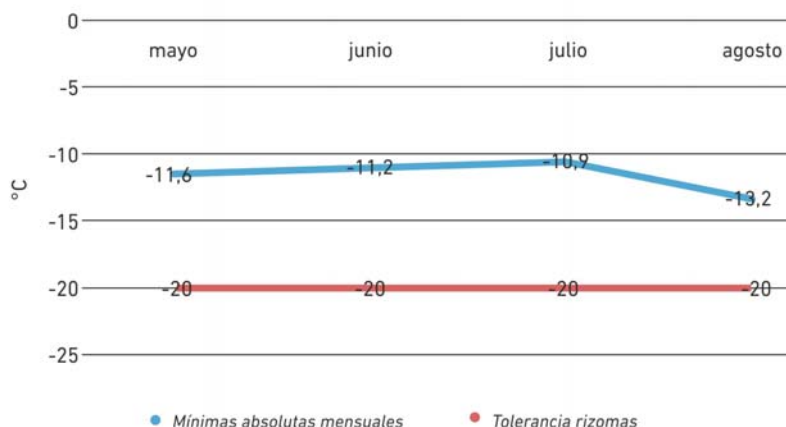
Requerimiento térmico del Lúpulo y temperaturas medias estivales para el Alto Valle (1971-2019).

Requiere un período mínimo libre de heladas de 120 días para la floración (HAPI, 2019). El periodo libre de heladas medio para la zona es de 190 días. Los valores extremos están por debajo de 157 días y por encima de 217 días.

Período libre de heladas y fechas de la 1° y última helada, serie 1970-2019.

	Fecha Media 1970-2019	Desvío estándar	Evento extremo
Período libre de Heladas	190 días	+/- 23 días	
Primera Helada	14 de abril	+/- 16 días	13 marzo
Última Helada	6 de octubre	+/- 16 días	17 noviembre

La parte aérea es sensible a las heladas, aunque el sistema radicular es resistente, el cual en estado de reposo tolera hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. En Alto Valle las temperaturas mínimas absolutas mensuales durante el periodo invernal no se consideran de riesgo para los rizomas, como se aprecia en la figura y en la tabla siguientes, dado que las mínimas absolutas registradas en los últimos 50 años no han sido menores a los $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Temperaturas mínimas absolutas en Alto Valle y tolerancia de rizomas.

El 12 % del total de las heladas son tardías, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, siendo menos frecuentes que las invernales y otoñales pero de mayor interés agronómico dado que los daños físicos y económicos son muy importantes, disminuyendo notablemente el rendimiento potencial y retardando la entrada en producción de cultivos jóvenes de los frutales cultivados localmente.

Período libre de heladas y fechas de la 1ª y última helada, serie 1970-2019.

Frecuencia de Heladas 1970-2019	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Suaves ($> -1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,3	2,0	4,3	5,8	6,1	5,8	3,7	0,9	0,1	0,0
Moderadas ($-2\text{ a }-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,0	0,7	3,0	4,5	5,9	4,2	1,8	0,1	0,0	0,0
Fuertes ($-4\text{ a }-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,0	0,1	1,2	2,8	3,7	2,6	0,8	0,0	0,0	0,0
Muy Fuertes ($-6\text{ a }-7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,0	0,0	0,4	1,3	1,8	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0
Severas ($-8\text{ a }-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,0	0,0	0,2	0,5	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Muy Severas ($< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	0,3	2,8	9,2	14,9	18,3	14,1	6,6	1,0	0,1	0,0

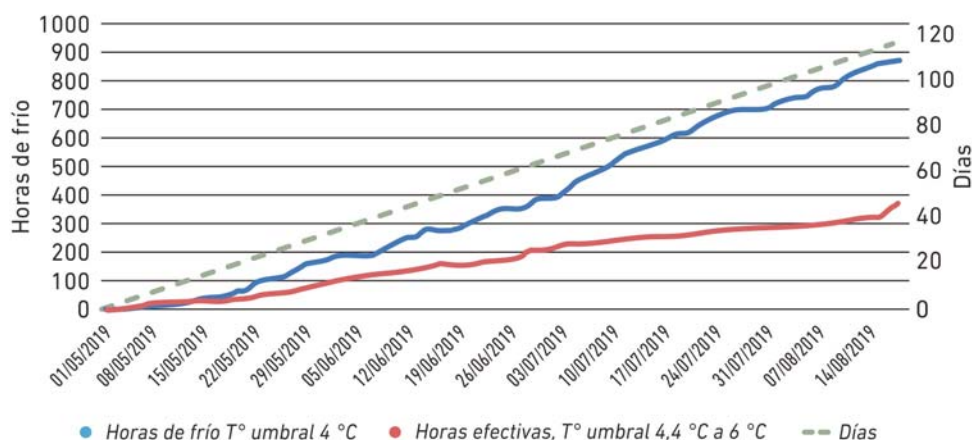
*Los registros térmicos son tomados a 1,5 metros de altura en abrigo meteorológico (normas OMM). En condiciones de heladas, las temperaturas mínimas en el campo pueden ser hasta $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ inferiores de acuerdo a nuestros índices actinotérmicos.

En cuanto a sus necesidades de frío invernal, sin una acumulación de frío adecuada la salida del estado de latencia puede generar un crecimiento primaveral débil y errático, afectando la floración y el rendimiento. Se estima que requiere un período acumulativo mínimo de 30 a 60 días con una temperatura umbral de 4,4 °C a 6 °C según Dodds, (2017) o bien requerimientos de frío con una temperatura umbral menor igual a 4 °C de acuerdo a estudios de OMAFRA (2012).

El índice de acumulación de frío del lúpulo debe ajustarse localmente en función de la temperatura de suelo a 30 cm de profundidad, dado que en ese momento del ciclo del cultivo no existe su parte aérea, sólo se encuentra el rizoma a 25 cm de profundidad (Bañon, 2013). Por tanto, el número de horas frío acumuladas por el rizoma será distinto al que acumularía una especie arbórea.

De todas maneras en Alto Valle la acumulación de frío más eficiente se da principalmente durante junio y julio. Teniendo en cuenta este periodo, podemos decir que la fluctuación es mínima entre la temperatura del aire a 1,5 m de altura y la temperatura del suelo a 30 cm de profundidad (mediciones meteorológicas según normas de OMM). Esta diferencia en términos medios según los registros meteorológicos del INTA Alto Valle es de $\pm 1,1$ °C.

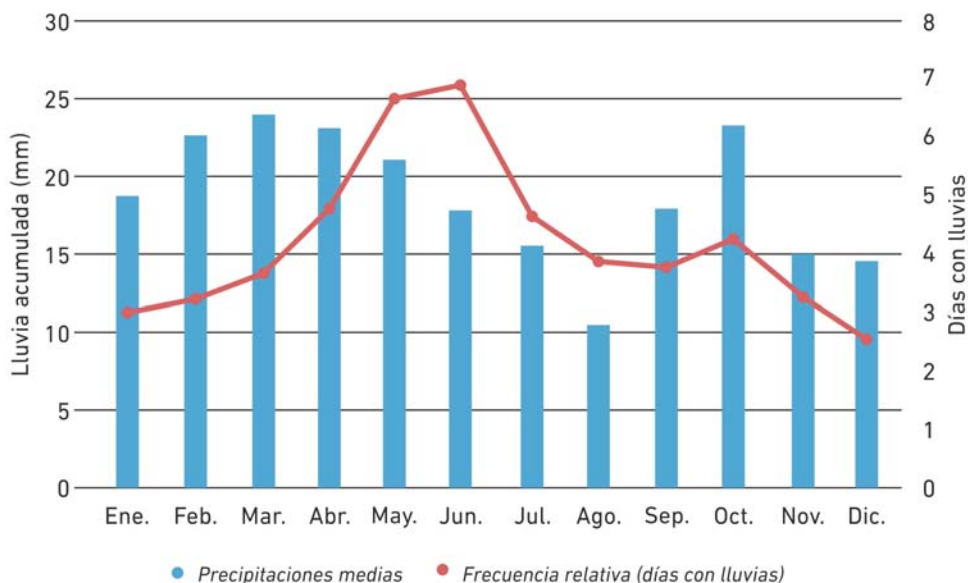
En la figura que sigue, se observa la acumulación de frío horaria (temperatura de aire) desde el 1 mayo al 20 de agosto de acuerdo a los umbrales térmicos específicos para el cultivo, y se verifica el periodo acumulativo mínimo de 60 días. Esta información es muy importante para determinar la adaptabilidad de diferentes variedades (Dodds, 2017).



Acumulación de frío desde el 1 mayo al 20 de agosto de 2019, de acuerdo a los parámetros térmicos específicos para Lúpulo (Dodds 2017; OMAFRA, 2012).

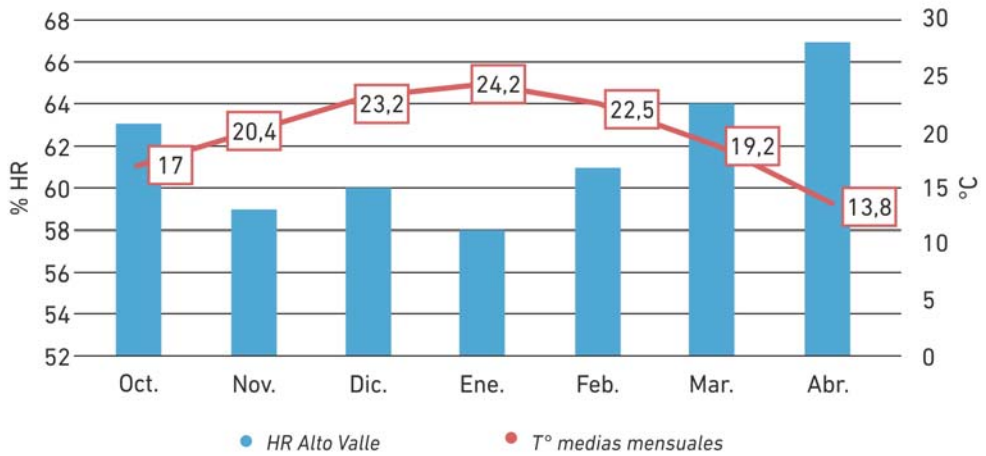
Precipitaciones

En Alto Valle las lluvias se concentran a finales del verano, en otoño y en primavera. La acumulación media mensual no supera los 25 mm. La ocurrencia de eventos extremos registra valores mensuales máximos de 120 mm. El número de días con lluvia medio es superior en mayo y junio, pero en términos agronómicos la frecuencia de días con lluvias en primavera es la de mayor importancia.



Régimen pluviométrico de Alto Valle (serie 1970-2019).

El cultivo requiere de humedad suficiente durante la primavera, seguido de periodos de sol y calor estivales que faciliten la formación y desarrollo de los compuestos químicos (Sirrione, 2010). Sin embargo, si se dan condiciones de elevada humedad relativa con niveles de humedad del 90 % durante 6 a 12 hs con temperaturas de 15-18 °C (Quezada Ocampo, 2018) puede generar las condiciones para el ataque de mildiu (*Pseudoperonospora humuli*), la principal enfermedad fúngica del lúpulo. Estas condiciones ambientales en Alto Valle no se dan habitualmente, como se observa en la figura a continuación, dado que durante el período vegetativo y reproductivo del cultivo la HR media es menor al 90 % y las temperaturas medias son considerablemente mayores. Sin embargo es importante tener en cuenta alertas tempranas asociadas a la variabilidad interanual de las lluvias, principalmente por el incremento de días con lluvias durante el mes de octubre registrado en los últimos 5 años en Alto Valle.

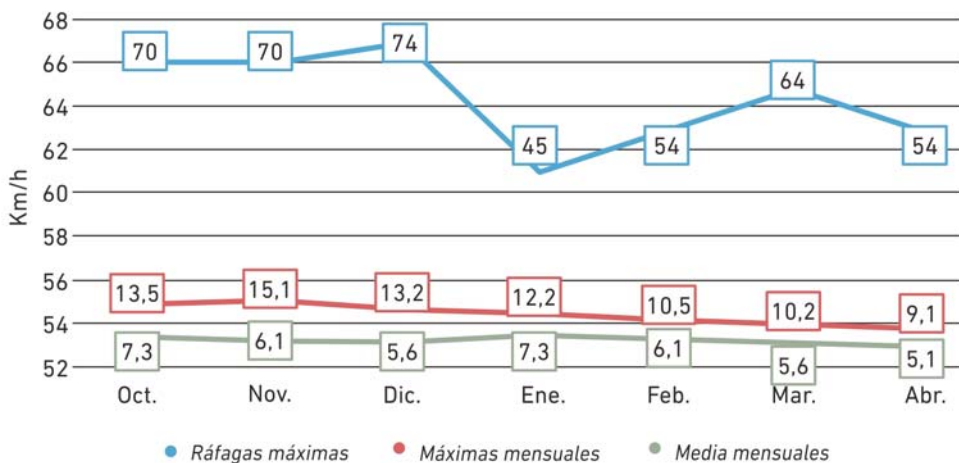


Valores Medios de humedad relativa y temperaturas medias durante el ciclo vegetativo del lúpulo.

Viento

En Alto Valle el viento se presenta durante todo el año, principalmente del Oeste y Suroeste, con las mayores velocidades en primavera y verano, en coincidencia con el desarrollo vegetativo y cosecha. Los valores máximos se dan en noviembre y diciembre, siendo la intensidad máxima registrada de ráfagas de 74 km/hora.

Esta especie es sensible al daño mecánico del viento en las hojas y a su acción desecante cuando está acompañado de altas temperaturas (Doods, 2017), lo que puede afectar la calidad y los rendimientos de los conos, por lo cual es necesaria la protección de cortinas naturales o artificiales (HAPI, 2019).



Velocidades de viento en Alto Valle.

La porosidad del sistema cortaviento debe ajustarse de tal forma que asegure una adecuada circulación de aire en la plantación, como en cualquier cultivo en la región, dado que reduce la incidencia de enfermedades que puedan afectar calidad y rendimientos (Morton, 2013).



Foto 11. Daño por viento en hojas. Alto Valle del río Negro.



Foto 12. Daños por viento en brotes laterales. Alto Valle del río Negro.

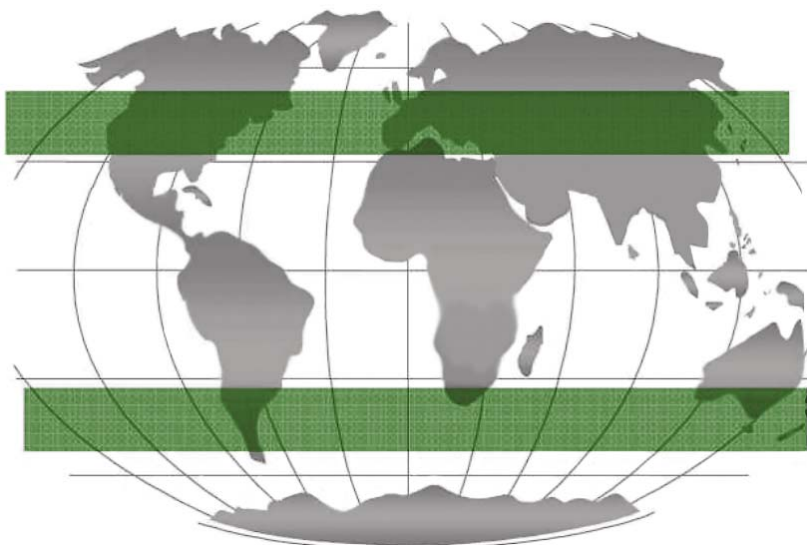


Foto 13. Cortinas forestales en cultivo de lúpulo. Alto Valle del río Negro.

Fotoperiodo

Una vez finalizado el ciclo anual del cultivo en otoño, con la reducción de la duración del día y la muerte de los brotes aéreos y del sistema radicular más fino, la planta entra en reposo hasta que las condiciones climáticas le inducen a reiniciar la actividad vegetativa a finales de invierno (Magadan, 2011).

Es una especie sensible al fotoperíodo, siendo más productiva cuando la duración del día asegura un buen desarrollo vegetativo luego de la inducción de las flores, lo que se da en latitudes entre 35 y 55 ° al norte y sur del Ecuador (Dodds, 2017).



Latitudes óptimas para el cultivo de lúpulo.

En este sentido, si bien algunos autores señalan que la duración mínima del día debe ser de 13 horas (Beverly, 2015), se asume que la duración crítica es de 15 a 16 horas (Kneene, 2003; Neve 1991), estimándose un rango óptimo entre 15:27 y las 18:42 horas por día (Conway, 2008).

Se considera una especie de días cortos (Thomas y Schwabe 1969) porque florece cuando la duración del día cae por debajo de ese umbral de fotoperíodo, determinando entonces un mayor rendimiento cuando se logra un buen crecimiento vegetativo mediante un día largo antes de que se induzca la floración.

Como se aprecia en la próxima tabla, durante el periodo del cultivo (octubre a marzo) los valores de fotoperíodo en Alto Valle (Gallina *et al.*, 2016) satisfacen adecuadamente el umbral mínimo de 13 horas señalado por Beverly, y de 15 horas señalado por Kneene.

Cuando las horas diarias comienzan a menguar nuevamente, las plantas empiezan a florecer (Blendl, 2014). Estos cambios en la duración del día, *que son máximos alrededor del solsticio de verano*, proporcionan la señal ambiental para el tránsito de la etapa de crecimiento vegetativo a la de crecimiento reproductivo.

Caracterización de duración del día y fotoperíodo para Alto Valle.

Meses	Duración del día (horas)	Crepúsculo civil	Fotoperíodo horas
Septiembre	11,48	55' 12"	12,43
Octubre	13,06	55' 36"	14,02
Noviembre	14,15	60' 48"	15,16
Diciembre	14,54	62' 48"	15,57
Enero	14,36	60' 48"	15,37
Febrero	13,33	55' 12"	14,28
Marzo	12,24	51' 36"	13,16
Abril	11,06	51' 36"	11,58
Mayo	10,00	54' 48"	10,55



Foto 14: Las condiciones locales de luminosidad son propicias para el desarrollo del cultivo. Alto Valle del río Negro.

En los márgenes de este rango de latitudes, solamente las variedades de maduración muy tardía pueden desarrollar (Blendl, 2014). Por su parte, Neve (1991) afirma que si el fotoperíodo es demasiado corto la planta entra en dormancia y no logra una floración adecuada, mientras que si supera ciertos valores críticos la floración también se ve afectada.

En el siguiente cuadro se identifican las latitudes de las principales áreas lupuleras del mundo (Deadsplinter, 2020) comparadas con el Alto Valle del río Negro y la Comarca Andina.

Latitudes de distintas regiones lupuleras y del Alto Valle del río Negro.

Región	País	Latitud	Hemisferio
Yakima	EEUU	46,6 °	Norte
Baviera	Alemania	48,9 °	Norte
Nelson	Nueva Zelanda	41,2 °	Sur
Myrtleford, Victoria	Australia	36,5 °	Sur
Derwent Valley, Tasmania	Australia	42,7 °	Sur
George	Sudáfrica	33,9 °	Sur
Alto Valle del río Negro	Argentina	38°40' - 39°20'	Sur
Comarca Andina	Argentina	42° '	Sur

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS E HÍDRICOS

Se adapta a diferentes tipos de suelos, preferentemente arenosos, francos o franco arcillosos (Benedetto 2019), con buena estructura (Kneene, 2003), profundos y con buen drenaje (SINAVIMO, 209), siendo perjudiciales las texturas excesivamente arcillosas que dificultan la expansión radicular (Magadán, 2011). En Alto Valle estos requisitos no constituyen una limitante significativa dada la prevalencia de texturas no muy pesadas, entre arenosas y franco limosas (Rodríguez y Holzmann, 2017).

Elevados niveles de materia orgánica son apropiados para el desarrollo del cultivo, siendo los valores óptimos del 5 al 7 % (Morton, 2013). Este aspecto es de relevancia en Alto Valle, con suelos por naturaleza pobres en materia orgánica, excepto en cuadros con larga historia de fruticultura donde pueden llegar al 2 % o más (Rodríguez y Holzmann, 2017).

El pH óptimo es de 6,0 a 6,5 (Magadan, 2011), aunque otros autores mencionan un rango de 6,5 a 7,5 (ORFAMA, 2012). Estos valores se ubican en general dentro de los márgenes de acidez propios de los suelos de la región (CFI, 2008) y que coincide con los valores óptimos de pH 6 a 7,5 para los frutales de pepita y carozo (Sánchez, 1999) que se cultivan tradicionalmente en Alto Valle. Las aplicaciones de azufre al suelo para reducir el pH son recomendables, idealmente fuera del periodo de actividad de las raíces (Kemme, 2016).



Foto 15. Suelo de franco arenoso en preparación para plantación de lúpulo en Villa Regina. Alto Valle del río Negro.



Foto 16. Plantación en suelo con textura franco arenoso. Comarca Andina.

Dadas las elevadas exigencias de macro y micronutrientes y su variación a lo largo de la temporada, es recomendable realizar regularmente análisis foliares y de suelo para tener información precisa sobre su estado nutricional. En este sentido, el fósforo es importante a principios de primavera para el desarrollo de nuevas raíces y en invierno para reponer la energía; el nitrógeno es clave durante la etapa de crecimiento y desarrollo de los brotes laterales pero no durante la maduración del cono ni durante el letargo invernal; y el zinc y boro son importantes al inicio de la brotación (Kempe, 2016), pudiendo las deficiencias de este último condicionar el desarrollo (Morton, 2013).

En Alto Valle, para suelos con un porcentaje moderado de materia orgánica (1,5-2,5%) y contemplando la incorporación de restos de guías y hojas luego de la cosecha, las aplicaciones de Nitrógeno son de 120-150 kg/ha, idealmente durante el crecimiento vegetativo activo (elongación de guías y formación de laterales), de octubre hasta principios diciembre.



Foto 17. Síntoma de deficiencia de nitrógeno. Alto Valle del río Negro.

El fósforo (P) es el macronutriente menos demandado, con un porcentaje de extracción de 0,5 %. Con rendimientos de materia seca (conos, hojas y guías) de 4.000 kg/ha, la extracción de fósforo alcanza aproximadamente 20 kg/ha, siendo necesario ajustar las eventuales aplicaciones según análisis de suelo a realizar previamente a la plantación.

Las aplicaciones de potasio en Alto Valle están en relación 1:1 respecto al N, aunque con cantidades levemente inferiores se han obtenido buenos resultados (90-115 kg/ha). Este elemento es importante para el desarrollo foliar y del cono, crecimiento de las guías y equilibrio planta-agua. Su deficiencia está caracterizada por quemaduras de los bordes de las hojas y por su pobre desarrollo. Según Gingrich (2000) la absorción estacional es de 90 a 170 kg/ha, estando un 25 % contenido en los conos y el resto en guías y hojas, por lo que si en post cosecha reincorporamos los restos del cultivo la necesidad de suplementar será menor.



Foto 18. Síntoma de deficiencia de potasio. Fuente: <https://www.lebosol.de/en/crop/hops/>

Dentro de los microelementos, las deficiencias habituales que se registran en los suelos del Alto Valle (Arvani, 2001) son de magnesio (Mg), zinc (Zn) y boro (B). El síntoma principal de la deficiencia de Mg es la clorosis internerval de la hoja, permaneciendo verdes los haces vasculares. El sulfato de magnesio es la enmienda más común para corregir las deficiencias de Mg del suelo, pudiéndose aplicar en el cultivo ya establecido.

Por su parte, la deficiencia de zinc se caracteriza por hojas pequeñas, cloróticas, ahuecadas hacia arriba y un pobre desarrollo de las guías y laterales. El sulfato de zinc se usa comúnmente para corregirla como pulverización foliar o mediante riego. Experiencias en el Alto Valle indican que con una aplicación foliar postfloración es suficiente para cubrir las necesidades y asegurar un óptimo contenido de resinas.



Foto 19. Síntoma de deficiencias de zinc en hoja. Comarca Andina.

Los niveles bajos de boro en suelo pueden ocasionar retraso en el desarrollo de los brotes, follaje arrugado y distorsionado (Neve 1991), corrigiéndose con boro soluble aplicado al suelo con dosis de 1 a 2 kg/ha, siempre según resultados de análisis foliares y de suelo, ya que este elemento puede generar fitotoxicidad rápidamente.

En cuanto al riego, según Magadan *et al.* (2011) para suelos francos o franco-arcillosos y riego por inundación, su requerimiento hídrico es de aproximadamente 5.000 m³ anuales, o sea 500 l/m² normalmente distribuidos en 3 ó 4 aplicaciones espaciadas de 15 a 20 días.



Foto 20. Cuadro con riego gravitacional. Alto Valle del río Negro.

Si el sistema de riego es por goteo, la cantidad total disminuye más del 50 %, lo que supone una aportación menor de 250 litros/m². En este sentido, se estima que el 75-80 % del agua que este cultivo requiere cada temporada es necesaria entre enero y febrero, cuando las plantas están en el pico de biomasa (Jackson, 2019). Cabe destacar que en el primer año, el lúpulo generalmente demanda aplicaciones de agua más frecuentes pero en menores cantidades (Elford, 2011).

Existen una serie de aspectos a considerar en el manejo de equipos de goteo en un lupular, siendo conveniente tener en cuenta (Kemme, 2016):

- *ajustar los tiempos de riego al vigor de las distintas variedades para evitar exceso o déficit hídricos.*
- *posicionar el emisor a ambos lados de la corona y no encima de ella, para mejorar la absorción y evitar problemas sanitarios.*

- *conocer la calidad del agua utilizada para evitar toxicidad por sales o contaminaciones.*
- *programar ciclos de riego evitando saturar el suelo y el déficit en períodos críticos.*

Los rendimientos de conos y de alfa ácidos son muy susceptibles a la falta de agua, tanto si ésta se da sola o combinada con elevadas temperaturas, fenómeno que es consecuencia del bajo nivel de adaptación de la especie a estas situaciones si se compara con otros cultivos a campo (Potopová, 2020).

Sirrione *et al.* (2010) indican que dependiendo de los cultivos antecesores, es recomendable diagnosticar la presencia de nematodos antes de iniciar la plantación, factor a tener en cuenta cuando el suelo estaba implantado con frutales, hortalizas o vid, situación habitual en el Alto Valle.



Foto 21. Cultivar en plena floración con buen desarrollo vegetativo y buen rendimiento de conos. Alto Valle del río Negro.

Para el manejo del suelo del lupular, los cultivos de cobertura demostraron utilidad para aportar nutrientes, mejorar rendimientos y contenido de humedad del perfil, prevenir la erosión, propiciar la presencia de fauna benéfica y eliminar el exceso de nitrógeno; aunque en caso de manejo incorrecto puede generarse competencia con el cultivo principal, proporcionar un hábitat para plagas, incrementar el riesgo de heladas y de ataques de mildiu (Sirrinc, 2010).

Las compactaciones por el uso de maquinarias, al limitar el desarrollo de las raíces, condicionan la expresión de la elevada tasa de crecimiento propia de esta especie, por lo cual es conveniente realizar labores profundas que las eliminen (Kemme, 2016).



Foto 22. Cebada en el interfilas como abono verde. Alto Valle del río Negro.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

La presión de plagas para este cultivo en Argentina es baja en comparación con otros países productores como Estados Unidos y Alemania. Se mencionan a continuación los organismos plaga presentes habitualmente en Alto Valle.

Ácaros (arañuelas)

La arañuela roja común (*Tetranychus urticae*) genera problemas en las principales zonas lupuleras a nivel mundial. Este ácaro tiene más de 150 hospederos, entre ellos frutales de pepita y carozo, frutos secos, forestales, pasturas, cultivos hortícolas y malezas, y en el Alto Valle presenta varias generaciones anuales, favorecida por las altas temperaturas del verano y baja humedad relativa.

Los huevos son blanco perlados y son colocados en una delicada tela blanquecina (4). La hembra adulta de verano mide entre 0,45-0,50 mm; es ovalada y de color rojo, aunque puede ser amarillenta, con dos manchas oscuras e irregulares en el dorso (INTA, 2010).



Foto 23. Adultos y huevos de *Tetranychus urticae*.



Foto 24. Adultos y ninfas de *Tetranychus urticae*.

En lúpulo se alimentan principalmente de los conos (Lizotte, 2019), los cuales se decoloran, deshidratan, adquieren una tonalidad amarronada (Sirrione, 2010) y se tornan quebradizos, lo que reduce su calidad y rendimiento (O'Neal, 2015). Magadan (2011) señala que en las hojas aparecen pequeños puntos de color claro que se extienden desde los nervios hasta el borde, y en las flores se observan pequeñas manchas marrones seguidas de una decoloración intensa.



Foto 25. Ataque severo de arañas sobre cono con la típica tela. Alto Valle del río Negro. (Gentileza Sr. Martín Severini).



Foto 26. Daño de araña en el haz (A) y en el envés (B) de la hoja de lúpulo. Alto Valle del río Negro.

Su aparición es grave en temporadas calurosas y secas, comenzando la infestación en las partes bajas, migrando rápidamente y pudiendo colonizar toda la planta en poco tiempo.

Como ocurre con los frutales de pepita, su proliferación está favorecida por la presencia de polvo en el ambiente (Sirrinc, 2010), por lo que se recomienda dirigir los monitoreos a los sectores de las cabeceras y calles.

La arañuela es la única plaga de artrópodos que hasta el momento ha sido percibida por los productores locales como generadora de niveles de daño que justifiquen aplicaciones de fitosanitarios. Sin embargo, a continuación se describen otros artrópodos presentes en el lúpulo que deberían monitorearse para evaluar su comportamiento en el cultivo, evolución en el tiempo y daños potenciales.

Cicadélidos (chicharritas)

Las chicharritas o cotorritas succionan la savia de muchos cultivos provocando daños directos e indirectos (toxinas y virus). Muchas familias de cotorritas actúan como vectores de organismos que causan enfermedades.

En las regiones productoras de Estados Unidos y Canadá se cita a la chicharrita de la papa (*Empoasca fabae*) como una plaga que genera daños que disminuyen el rendimiento y calidad. Sus adultos y ninfas tienen aparato bucal picador-suctor y se alimentan de las hojas, causando una reacción fitotóxica que origina un amarillamiento en la hoja y marchitamiento alrededor de los márgenes. Estos síntomas son normalmente referidos como “quemazón del lúpulo” (Lizote, 2019). *Empoasca fabae* está presente en nuestra región principalmente asociada al cultivo de papa, pero aún no se ha citado en lúpulo, por ello se recomienda tener especial atención a su eventual aparición durante los monitoreos.

En cultivos locales se detectó presencia de cicadélidos, sin determinarse especie, en momentos cercanos a cosecha. Resulta relevante el estudio local de los mismos tanto por sus daños directos como por su posible papel en la transmisión de virus.



Foto 27. Cicadélidos observados en hojas de lúpulo. Alto Valle del río Negro.

Enruladores

Los adultos son pequeñas mariposas con forma de campana que colocan sus huevos en masa, y las larvas presentan una coloración verde o amarillenta. Además del lúpulo, presentan un amplio rango de hospederos entre los que se encuentran frutales, forestales, pasturas, y malezas. Las larvas en las hojas construyen un cartucho y se alimentan del parénquima, quedando éstas esqueletizadas con apariencia de encaje.

En la región se destaca el género *Argyrotaenia*, del que hay al menos tres especies con características morfológicas y tipos de daño similares, y entre las que no es fácil realizar la diferenciación (INTA, 2010). En Alto Valle se detectaron daños de larvas de enruladores sobre hojas y conos en fecha cercana a la cosecha.



Foto 28. Daño de larva de enrulador en cono. Alto Valle del río Negro.



Foto 29. Larva de enrollador. Alto Valle del río Negro.

Bicho de cesto (*Oiketicus platensis*)

Plaga de alamedas y tamariscales, con una generación anual, que en la región también daña hojas y frutos de peras y manzanas, registrándose antecedentes de ataques a cultivos de lúpulo en Alto Valle.

El “cesto” materno protege a los huevos durante el invierno y a fines de octubre o principios de noviembre nacen las larvitas que pueden ser llevadas por el viento desde las cortinas forestales a los cultivos vecinos (Bellés *et al.*, 1993)

Para el diseño de nuevas plantaciones se recomiendan cortinas forestales con híbridos euroamericanos de menor susceptibilidad al bicho canasto, como Conti 12, I 488 o *Populus nigra* cv Jean Pourtret (Villarreal *et al.*, 2004).



Foto 30. Daño Larva de bicho de cesto sobre hoja de manzano. Alto Valle del río Negro.



Foto 31. Bicho de cesto en hoja de lúpulo. Alto Valle del río Negro.

Curculiónidos

La mulita de la vid (*Naupactus xanthographus*) se ha observado en un número elevado de individuos al momento de la cosecha del lúpulo en Alto Valle.

Los adultos son “cascarudos” de aspecto duro y son grandes defoliadores de un amplio rango de hospederos. Las larvas son típicos gusanos blancos, sin patas y de cabeza oscura que se desarrollan en el suelo alimentándose de las raicillas.

Los adultos emergen del suelo a principios de la primavera, se dirigen hacia la parte aérea para alimentarse, se acoplan hasta inicios del verano y colocan los huevos en placas gelatinosas. Estos eclosionan desde febrero hasta mayo y las larvas de primer estadio saltan al suelo para alcanzar las raíces. Hibernan como adultos



Foto 32. Adulto de *Naupactus xanthographus* sobre conos. Alto Valle del río Negro.

Áfidos (pulgonos)

No se ha detectado hasta la fecha ataque de pulgonos en el Alto Valle. *Phorodon humuli* es citada como una de las principales plagas en las regiones productoras más importantes y no hay registros de la presencia de este áfido en Argentina, sin embargo se recomienda mantener atención en los planes de monitoreo a su eventual avance en este cultivo.

Hay otro gran número de artrópodos plaga del lúpulo que aún no se encuentran presentes en nuestro país, por lo que se debe considerar el carácter dinámico de las poblaciones de artrópodos al realizar los planes de monitoreos teniendo en cuenta posibles plagas emergentes.



Foto 33. Colonia de *Phorodon humuli*. (imagen cedida por gentileza de Lynette Elliott, Montana, EEUU).



Foto 34. *Phorodon humuli*. Fuente: <https://influentialpoints.com/>

Fitoftora (*Phytophthora spp*)

Es un hongo polífago habitual en los suelos de la región, que en condiciones adecuadas de humedad y temperatura ingresa al hospedante a través de heridas, estomas o lenticelas, en particular si se acumula agua en la zona las raíces o del cuello por mala nivelación del terreno, drenaje deficiente, texturas arcillosas, compactaciones subsuperficiales o riegos excesivos, etc. (Rossini, 1999).

En lúpulo el primer síntoma de infección aparece tarde en la temporada cuando los tallos repentinamente se marchitan, diferenciándose del ataque de *fusarium* por la ausencia de canchales (Neve, 1991). Las raíces y corona de la planta presentan un característico aspecto húmedo y ennegrecido, las hojas amarillean y a medida que la enfermedad progresa las hojas se secan quedando adheridas al tallo, la planta se debilita pudiendo morir (O'Neal, 2010), y el tejido de la raíz y corona se van pudriendo lentamente (Ocamb, 2019).



Foto 35. Muerte de joven ejemplar causada por fitoftora. Fernández Oro. Alto Valle del río Negro.

Fusarium

Enfermedad fúngica de aparición esporádica en Alto Valle, aunque más común en la Comarca Andina. Se evidencia cuando el tallo se ensancha en su parte inferior y se constriñe en su punto de unión con la corona, se debilita y llega a desprenderse por el viento. Las hojas amarillean, se vuelven marrones y se secan, pudiendo permanecer adheridas al tallo. Este fenómeno se da de manera repentina y en coincidencia con momentos de elevado requerimiento de agua, como en floración o en días de altas temperaturas (O'Neal, 2010), generándose el ensanchamiento en la base del tallo por la interrupción del flujo de hidratos de carbono.

Las condiciones predisponentes se dan como consecuencia de elevadas precipitaciones primaverales, encharcamientos, deficiencias de drenaje, y napa freática elevada (Ocamb, 2019).



Foto 36. Posible síntoma de *fusarium* en una guía de lúpulo. Alto Valle del río Negro.



Foto 37. Detalle de la base del tallo hinchada y del punto de contacto con la corona muy estrecho.

Fuente: <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-fusarium-canker-wilt>

Mildiu (*Pseudoperonospora humuli*)

Una de las más importantes enfermedades en las áreas lupuleras del mundo (O'Neal, 2015), estando también presente en nuestro país, aunque las escasas precipitaciones de Alto Valle acotan su incidencia. Su aparición en la región data del año 1957, detectándose en 1962 en la zona de Mar del Plata y en 1963 en El Bolsón (Pérez *et al.*, 2009).

Es un patógeno específico del lúpulo (Quesada Ocampo, 2018) que afecta todos los órganos de la planta ocasionando reducción de rendimiento y de calidad, desde niveles no detectables hasta el 100 % de la producción.

Ataca con temperaturas, entre 15 y 18 °C, y elevada humedad relativa (Magadan, 2011), con niveles de humedad del 90 % durante 6 a 12 hs, con rocío, lluvias o aspersión (Quesada Ocampo, 2018). El clima húmedo en precosecha puede ocasionar su rápida propagación y desmerecer la producción en muy pocos días (Kneene, 2003).

En primavera el hongo penetra en los brotes jóvenes, que se atrofian y amarillean, las hojas se ahuecan y curvan hacia abajo adquiriendo aspecto de "espigas" (Sirrione, 2010), y las nervaduras del envés se vuelven grisáceas o negras al cubrirse de esporas. Las infecciones que ocurren durante la etapa final de crecimiento pueden ser sistémicas, y el hongo puede llegar a la corona persistiendo en la yema por un tiempo prolongado (Lizotte, 2019).



Foto 38. Detalle de acortamiento de entrenudos en brote. Comarca Andina.

El viento transporta las esporas a las flores y en condiciones de humedad penetran en el tejido dificultando la formación de los conos, que se decoloran y luego se tornan amarillentos (Lfl, 2019) volviéndolos no comercializables (Sirrione, 2010). O'Neal (2015) señala que tallos y ramas laterales también pueden infectarse, los entrenudos se acortan, se detiene su crecimiento, se desecan y caen del tutor.

Dado que no se dispone de variedades resistentes en nuestro país, se debe elegir material sano para plantar. Se utilizan tratamientos fungicidas preventivos entre brotación y cosecha de acuerdo a condiciones climáticas. Es conveniente complementar con prácticas culturales tendientes a reducir la humedad en la plantación, tales como remover el follaje durante la poda de primavera y quitar las hojas en la base después del tutorado.

Virosis

El virus más difundido en las regiones productoras del mundo es el Virus del mosaico del manzano (*Apple Mosaic Virus AMV*). Sus síntomas incluyen arcos cloróticos y líneas necróticas en las hojas, que además pueden adquirir una textura crujiente y coriácea, presentando sus márgenes rizados (Eastwell, 2019).

Dichos síntomas se potencian cuando un período de temperaturas menores a 27 °C es seguido de otro de temperaturas más altas, pudiendo reducir el rendimiento de alfa ácidos hasta el 50 % (O'Neal, 2010). Las plantas infectadas pueden permanecer asintomáticas hasta que se presenten las condiciones predisponentes (Lizotte, 2019).

Normalmente las mermas de rendimientos de conos es del 30 % (Eastwell, 2019) y se desconoce si es transmitido por insectos o ácaros, por lo que la propagación se daría sólo a partir de plantas infectadas (O'Neal, 2010). Los ácidos podrían actuar como vectores (Eastwell, 2019), y su proliferación se relacionaría, además de las condiciones ambientales predisponentes, con la presencia de malezas, las labores mecánicas y la calidad del material genético utilizado (Sirrione, 2010).

Si bien el AMV es uno de los virus más importantes, en Alto Valle no se ha realizado su identificación mediante los correspondientes test de diagnóstico. No debería descartarse la incidencia de otros agentes como el "Hop stunt viroid" que también afecta este cultivo y se encuentra ampliamente distribuido en nuestro país. En este sentido deberían realizarse test de diagnóstico para verificar el agente causal además de la observación de los síntomas.



Foto 39. Síntomas de virosis en Alto Valle del río Negro.

Malezas

Como en cualquier otro cultivo, las malezas compiten por el agua y los nutrientes, y son hospederos de plagas y enfermedades, aunque en el caso del lúpulo la competencia por la luz no es una limitante significativa dada su naturaleza de rápido desarrollo vegetativo (O'Neal, 2015). Sin embargo Beverly (2015) señala que durante dicha etapa de rápido crecimiento, la competencia de las malezas puede derivar en importantes mermas de rendimiento.

Su control en el interfililar incluye métodos mecánicos antes que las malezas semiellen, el uso de herbicidas pre y postemergentes, o la siembra de abonos verdes que ahoguen su emergencia (Kempe, 2016). En la fila de plantación se recurre habitualmente al control manual y al uso de herbicidas desecantes.



Foto 40. Desmalezado manual en la fila de plantación. Alto Valle del río Negro.



Foto 41. Cuscuta parasitando planta en desarrollo. Alto Valle del río Negro.



Foto 42. Fitotoxicidad por deriva de aplicación de herbicida desecante. Alto Valle del río Negro.

MANEJO DEL CULTIVO EN ALTO VALLE

Las actividades para establecer un lupular en el Alto Valle del río Negro, además de la elección del sitio y de las variedades, son las siguientes:

- a) *Gestión temprana*
- b) *Estructura de soporte y distancias*
- c) *Preparación del suelo*
- d) *Sistema de riego*
- e) *Plantación*
- f) *Manejo general*

a) Gestión temprana

Durante el primer año es conveniente prestar atención a aspectos clave como la humedad del suelo, la nutrición, el manejo sanitario, el control de malezas y la envoltura de las guías. Para esto se debe asegurar que el sistema de riego está listo para funcionar adecuadamente desde el primer día plantación, debiéndose chequear la humedad del suelo al menos una vez/día para evitar encharcamientos o déficits, utilizando tensiómetros o realizando pozos de observación.



Foto 43. Instalando equipo de fertirriego en lupular. Alto Valle del río Negro.

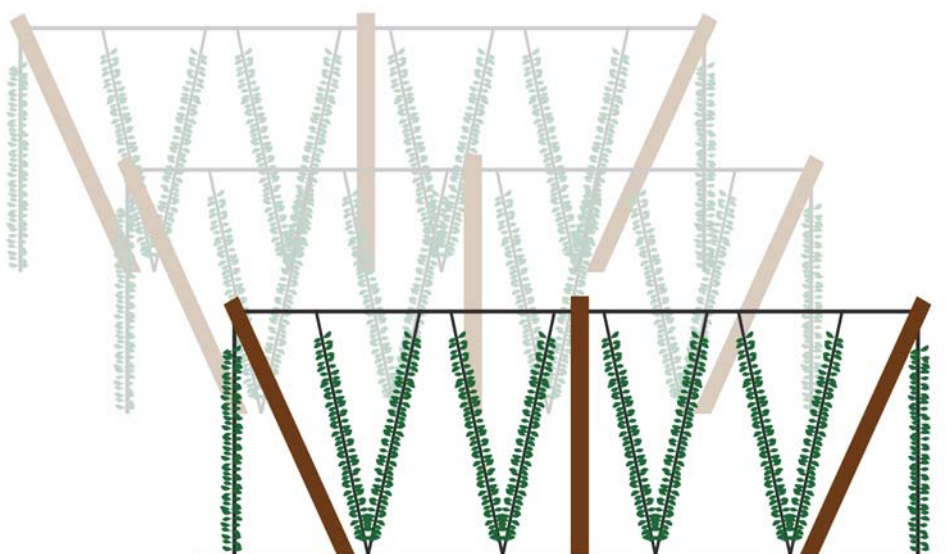
Por su parte, un análisis de suelo previo a la plantación brindará herramientas para planificar el uso de fertilizantes. En esta fase inicial del cultivo el control de malezas es fundamental, siendo preferible privilegiar los métodos manuales por sobre los herbicidas, los cuales es conveniente utilizarlos a partir del segundo año.

b) Estructura de soporte y distancias de plantación

Los postes, el cableado y los anclajes aseguran la estructura para soportar el peso del lupular, especialmente durante fuertes vientos o lluvias. El sistema más utilizado en los países productores es la “conducción en V”; mientras que el enrejado bajo o dwarf hops, ha sido poco adoptado por sus menores rendimientos.

El vigor de la variedad y las condiciones ambientales determinan el crecimiento y en consecuencia la altura del enrejado. En Alto Valle para las variedades Mapuche, Traful y Nahuel, la conducción en “V” logra buenos resultados con dos tutores o hilos por planta y tres guías o tallos por tutor, con distancias de 3 m entre filas, 1,1 a 1,2 m entre plantas, y 5,0 a 5,5 m de altura. De cualquier manera no hay una regla estricta para determinar este espaciamiento; la experiencia local juega un papel importante en esta decisión. La longitud de las guías laterales, sobre las que se ubicarán las inflorescencias, también difieren según la variedad y esto en parte determina el espaciado entre plantas.

Para la conducción en V se instalan postes a lo largo de la fila y en forma transversal a la misma. Los alambres se conectan a la parte superior de los postes a lo largo y a través del cuadro, y se tensan y anclan en los extremos y laterales de las filas. Por cada hilera se instalan dos alambres superiores a cada lado de la misma para lograr la correcta apertura de las guías (aquí es donde se le da la forma de V) para facilitar la penetración de luz.



Diseño de la estructura de soporte.



Foto 44. Conducción en "V". Alto Valle del río Negro.

En la tabla siguiente se resumen diferentes diseños de plantación con sus características particulares, y un diseño propuesto para las condiciones agroambientales del Alto Valle.

Diseños de plantación de lúpulo.

	Diseño recto	Recto en línea V	Diseño en V			Diseño en V Alto Valle
N° Postes	272	272	148	215	272	144
Distancia e/ postes (m)	4.26 x 8.6	4.26 x 8.6	4.26 x 15.9	4.26 x 11.0	4.26 x 8.6	9 x 8.8
N° Plantas	2024	1413	2241	2204	1712	3030
Distancia e/ plantas (m)	1,15	1,60	1,10	1,10	1,10	1,10
Distancia e/filas (m)	4,26	4,26	4,26	4,26	4,26	3,00
N° Tutores/planta	1	2	2	2	2	2
N° Guías/tutor	3 - 4	3 - 4 x 2	3 - 4 x 2	3 - 4 x 2	3 - 4 x 2	3 - 4 x 2
Peso seco estimado de conos (kg/ha)	740-1110	1036-1560	1640-2470	1620-2430	1255-1900	1820-2200
Sup. recomendada (has)	< ó = 0.25	< ó = 0.25	> ó = 1	> ó = 1	> ó = 1	> ó = 1
Tipo de Actividad	Hobbista/ baja escala	Hobbista/ baja escala	Productor Comercial			

c) Preparación del suelo

Dado que esta especie tiene raíces profundas, para analizar el suelo es conveniente muestrear en los primeros 15 cm para tener una idea de la fertilidad general, y entre los 15-90 cm para identificar problemas de acidez y posibles toxicidades.

Teniendo en cuenta el bajo contenido de materia orgánica de los suelos de Alto Valle, se sugiere incorporar guano o abonos industriales previo a la plantación. Los abonos verdes mejoraran la estructura, utilizándose en la región habitualmente avena y vicia a fin de verano, y moha o mijo o cebada en primavera. Es recomendable subsolar previo a la plantación para romper compactaciones y mejorar el drenaje.

d) Sistemas de riego

Los sistemas más utilizados son el goteo y la aspersión aérea. El goteo es más eficiente y permite la fertirrigación y su costo de instalación es menor.

En Australia y Nueva Zelanda es habitual la aspersión aérea ya que es común la utilización de ovinos para eliminar malezas y hojas basales de las plantas, con lo que se minimizan los ataques de arañuelas. Con la aspersión se evitan roturas de mangueras durante las tareas culturales y el sistema queda instalado de forma permanente, a diferencia del goteo, donde al finalizar la cosecha se deben levantar las mangueras.

La desventaja de la aspersión es la creación de un ambiente propicio para mildiu (*Pseudoperonospora humuli*), situación que en su momento se dió en la Comarca Andina, lo que hace que sea cada vez menos utilizado.

El riego por surco en Alto Valle fue habitual en un principio pero se reemplazó por el goteo, debido a las ventajas de eficiencia, precocidad, rendimientos y homogeneización de madurez de los conos.



Foto 45. Detalle del bulbo húmedo por goteo. Alto Valle del río Negro.



Foto 46. Riego gravitacional. Alto Valle del río Negro.

e) Plantación

Las opciones para iniciar la plantación son: rizomas, esquejes, o micropropagación. En Alto Valle los rizomas se plantan de julio a inicios de septiembre, colocando entre 4 y 6 unidades por pozo en posición vertical, con las yemas hacia arriba y con 3 o 4 cm de suelo sobre la parte superior del rizoma.



Foto 47. Rizomas para multiplicación. Comarca Andina.



Foto 48. Plantación en macetas. Alto Valle del río Negro.

En el caso de los esquejes, con material proveniente de invernadero, en Alto Valle se planta a mediados de octubre, una vez finalizado el peligro de heladas y previo periodo de rusticación de los plantines. Es necesario contar con riego por goteo para garantizar el prendimiento, siendo aconsejable colocar 2 ó 3 esquejes por pozo.

Por su parte, los plantines micropropagados, luego de sacarlos de la cámara de cría se colocan en maceta en invernadero por lo menos 15 meses. La época y procedimiento es igual al realizado para los esquejes ya que este material también debe pasar por un periodo de rusticación. Lo aconsejable es hacer un pequeño pozo, colocar los plantines y cubrirlos con tierra la parte circundante y hasta el cuello.



Foto 49. Plantines en invernáculo. Alto Valle del río Negro.

f) Manejo general

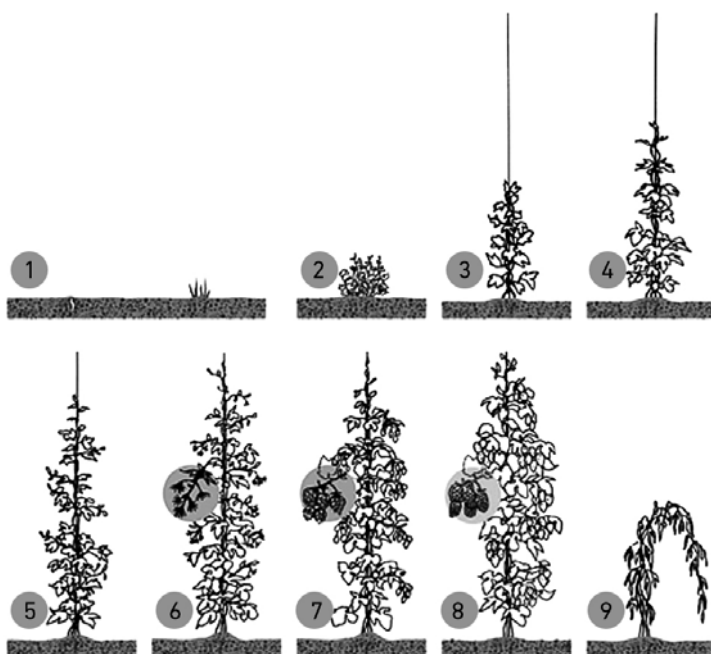
f.1. Etapas del cultivo

El crecimiento anual del lúpulo consta de nueve etapas, tomando como parámetro la escala BBCH, un sistema de codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies vegetales (Enz, 1998). La ocurrencia de dichas etapas en Alto Valle se resume en el cuadro que sigue:

Etapas fenológicas del lúpulo en Alto Valle.

	Etapa	Meses
1	Brotación	Mediados septiembre a principios octubre
2	Desarrollo de las hojas	
3	Alargamiento de guías	
4	Formación de brotes laterales	Mediados octubre a principios enero
5	Aparición de flores	
6	Floración	
7	Desarrollo de conos	Principios enero a marzo
8	Madurez de los conos	Marzo
9	Senescencia (inicio de la latencia)	Fines de marzo a julio

- Desde la latencia (julio a septiembre) hasta brotación (mediados de septiembre a principios de octubre) se realizan las tareas de preparación de las estructuras de sostén y los movimientos de suelo.
- De mediados de octubre a principios de enero (etapas de la 2 a la 6 inclusive) las tareas se centran en mantener crecimiento de las guías para lograr una óptima floración.
- De principios de enero hasta inicios de marzo, se busca favorecer el desarrollo y madurez del cono.
- Desde fin de cosecha (fines de marzo) hasta latencia (julio) las actividades se enfocan en mantenimiento, propagación y manejo de malezas.



Etapas de desarrollo del lúpulo. Fuente: https://www.agro.basf.es/Documents/es_files/pdf_1_files/services_files/descarga.pdf

f.2. Poda del crecimiento primaveral

En primavera los primeros brotes tienden a crecer de manera desuniforme, lo que resultará en una marcada heterogeneidad del desarrollo, floración, maduración y calidad del cono. Para evitarlo, se podan esos primeros brotes para homogeneizar su crecimiento tal que luego desarrollen 20 a 25 entrenudos, alcanzando los 5 o 6 metros de altura en coincidencia temporal con el solsticio de verano.

En Alto Valle dicha poda habitualmente se realiza con desmalezadora de arrastre y con las cuchillas bien afiladas, o con un herbicida desecante (poda química) cuando la mayoría de los brotes alcanzan entre 20 y 30 cm de altura.

f.3. Colocación de tutores o hilado:

Se realiza en primavera después de la poda y antes que las guías superen los 40-50 cm, ya que pueden volcarse o enredarse con malezas o con otras guías. Se aconseja colocar durante los primeros dos años, tres a cuatro hilos por planta con el objetivo de lograr una mejor iluminación, precocidad y producción; y a partir del tercer año, dos hilos por planta.

En este sentido es importante conocer el comportamiento de cada variedad. En Alto Valle, Mapuche presenta mayor desarrollo comparado con Cascade, que tiene buen desempeño en la Comarca Andina. En Mapuche el distanciamiento entre plantas debe ser mayor y la cantidad de hilos por planta puede ser hasta 4. En Cascade, la distancia entre plantas es menor y se usan 2 hilos por planta.

Para el hilado se utilizan plataformas tiradas por tractor, de construcción sencilla e ideales en superficies mayores a 5 has, ya que mejoran la eficiencia laboral. Tres operarios trabajan sobre la misma y otros 3 o 4 van detrás, clavando el hilo al suelo, al costado de la planta, con una barreta y un alambrecito "W".



Foto 51. Plataforma para tarea de hilado. Alto Valle del río Negro.



Foto 52. Colocación de hilos. Alto Valle del río Negro.



Foto 53. Alambrecito "W" para atar hilo de coco al suelo. Alto Valle del río Negro.



Foto 54. Barreta para insertar alambres "W" al suelo. Alto Valle del río Negro.

En zonas donde es habitual realizar la poda química, los productores usan directamente alfileres de alambre conocidos como "Pigtail", insertados cerca de la planta como anclajes de cuerda. De esta manera no se utilizan las "W" ni las barretas para fijar el hilo al suelo.



Foto 55. Alambre "Pigtail" como alternativa a la "W". Fuente: www.dpi.nsw.gov.au

Como tutor, en Alto Valle se utiliza el hilo de fibra de coco, importado de India, más costoso que otros tipos de hilos pero que luego de la cosecha permite incorporarlo al suelo. Ofrece buena resistencia a las inclemencias climáticas y dura perfectamente hasta la cosecha. Es el preferido por los cultivadores de las principales áreas productoras por ser fuerte, duradero, biodegradable y por brindar una buena superficie de escalada (Eyck, 2015). En la Comarca Andina es común usar hilo de polipropileno, el mismo que se destina para atar fardos. Es más barato pero no se degrada, generando contaminación e interferencia con las maquinarias. Otra alternativa disponible en Argentina es el hilo de formio o sisal, menos resistente que el de coco debido a que sus fibras son más cortas, por lo que con fuertes vientos y con el peso del cultivo, se cortan y provocan caída de plantas.

Los hilos se deben atar primero al alambre superior y fijarlo sobre la fila plantada, de manera de formar una "V" con el hilo.



Foto 56. Atadura al alambre superior de la estructura. Fuente: www.dpi.nsw.gov.au

f.4. Envoltura:

La envoltura comienza cuando las guías alcanzan 4 a 5 entrenudos, disponiéndolas en el sentido de las agujas del reloj (dextrógiro) alrededor del tutor, eligiendo los brotes de desarrollo intermedio y eliminando los restantes. Según la variedad, se eligen 6 guías por planta que se enroscan en 2 tutores, por lo que cada tutor tendrá 3 guías. Es posible que no todas las plantas tengan suficientes guías, por lo que esta tarea se debe repetir hasta completar el número adecuado. Una vez finalizada esta operación las guías continuarán envolviéndose solas, favorecidas por su fuerte fototropismo y tigmotropismo, hasta alcanzar su máxima altura.

COSECHA Y PROCESAMIENTO

Mantenimiento pre-cosecha y planificación de la cosecha

Esta tarea incluye reparaciones anticipadas, mantenimiento y pruebas de equipos para prevenir pérdidas económicas y de calidad. Según Rybáček (1991) el secado dicta el tiempo y la velocidad de cosecha y del procesamiento posterior al secado. La cosecha está programada para que la separación de conos, limpieza de hojas, secado, embalado y/o pelletizado, sea un proceso continuo ya que no es aconsejable almacenar lúpulo verde.

¿Cómo sabemos que el lúpulo está listo para cosechar?

Los cerveceros valoran a los lúpulos por el amargor (% de alfa y beta ácidos) y por sus aceites esenciales que impulsan el aroma y sabor. Según Lizotte (2015) el contenido de aceite esencial continúa aumentando después del momento óptimo de cosecha. Como ejemplo, las cervezas elaboradas con una sola variedad cosechada en diferentes momentos, tendrán diferente sabor y aroma. El punto adecuado de la cosecha optimizará estas características en la cerveza.

Los dos métodos más comunes para determinar la madurez del cono son:

1. *mirar, sentir y oler (sensorial),*
2. *porcentaje de materia seca (cuantificable).*

Los productores experimentados estiman sensorialmente la madurez del cono ya que la lupulina sufre un sutil cambio desde el verde al amarillo intenso, y comprimiendo el cono entre los dedos junto al oído se siente como papel seco. Los cambios de aroma también son indicadores, ya que frotando varios conos entre las manos, cuando están inmaduros huelen a hierba "verde" o a heno, mientras que cuando están demasiado maduros huelen a cebolla, azufre o ajo (Calderwood, 2015).

A medida que los conos maduran, el porcentaje de materia seca (MS) aumenta 1 %, cada 4 a 7 días dependiendo de la variedad. El porcentaje de MS que define el momento óptimo de cosecha es 23 %, aunque puede oscilar entre 20 y 23 % según la variedad (Madden y Darby 2012). Las pruebas de MS se realizan con equipos básicos como una secadora, un deshidratador o microondas, y una balanza de precisión.

Un procedimiento simple para realizar los cálculos consta de los siguientes pasos (Madden, 2012).

Determinación de materia seca en lúpulo

1. Recolectar una muestra aleatoria representativa del cuadro y variedad, evitando muestrear cuando los conos están húmedos por rocío o lluvia.
2. Recoger los conos en un recipiente, mezclar la muestra y tomar una submuestra de 100 - 150 conos.
3. Talar un recipiente para contener la submuestra.
4. Colocar la submuestra en el recipiente y volver a pesar. Registrar el peso total y restar el peso del recipiente. Esto es el "peso del cono verde".
5. Con un deshidratador, una estufa de laboratorio o un microondas, secar los conos verdes hasta el 0 % de humedad. Registrar el peso final de la muestra y restar el peso del envase. Este es el "peso de cono seco".
6. Utilizar la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de materia seca de la muestra usando el peso verde y pesos secos recogidos.

$$\text{Lúpulo \% materia seca} = 100 \times (\text{peso del cono seco} \div \text{peso del cono verde})$$

Ejemplo:

$$\begin{aligned} &= 100 \times (25 \text{ g} \div 110 \text{ g}) \\ &= 100 \times (0,227 \text{ g}) = 22,7 \% \end{aligned}$$

Una combinación de pruebas de materia seca y de valuación sensorial, dará un excelente dato sobre el momento adecuado para cosechar.

Cosecha

Los conos maduros deben cosecharse, limpiarse y secarse en el menor tiempo posible para garantizar calidad y capacidad de almacenamiento. Dependiendo de las variedades, la cosecha puede durar 30 a 40 días. Mapuche en Alto Valle madura entre el 10/03 hasta fines del mismo mes, y en la Comarca Andina, Cascade madura desde fines de febrero hasta mediados de marzo.

Existen dos enfoques básicos para la cosecha:

1. *Con una 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. Esta modalidad es común en Estados Unidos, pero en Alto Valle no se utiliza debido al menor costo relativo de la mano de obra.*
2. *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.*

La expansión mundial del sector craft incrementó la implantación del cultivo en pequeñas superficies, lo que traccionó el diseño de equipos de recolección y procesamiento a esa escala (Darby, 2012), recogiendo y limpiando las plantas en el mismo campo y a velocidades hasta 100 veces mayores que la recolección manual.



Foto 57. Plataformas de cosecha. Alto Valle del río Negro.



Foto 58. Cosecha semimecanizada. Alto Valle del río Negro.

Secado, acondicionamiento y enfardado

Para optimizar calidad y capacidad de almacenamiento se debe cosechar con un contenido de humedad de campo de alrededor del 80 %, para luego secarse y bajar este contenido al 8 -12 %. Por encima de este nivel el lúpulo es propenso a descomponerse, y por debajo se vuelve frágil y verifica un aumento de la oxidación (Madden, 2012).

Los conos se secan en hornos con ventiladores que fuerzan el ingreso de aire caliente a una cámara ubicada debajo de los mismos. El aire limpio se logra usando una caldera y un sistema de transferencia de calor para evitar contaminación por humo o gases. El aire caliente pasa a través de los lechos de lúpulo removiendo la humedad a través del techo del horno. Cuando la capa inferior alcanza el contenido de humedad correcto, se retira del horno. El piso de la siguiente capa es abierto permitiendo que los lúpulos caigan al fondo y así sucesivamente para las capas restantes. El horno de varias capas permite un proceso de secado continuo. Los hornos modernos, a gran escala utilizan una sola capa de conos. Una duración de secado típica para un lote de lúpulo es de alrededor de 8 a 10 horas.

Para lograr un contenido uniforme de humedad, los lúpulos secos se transfieren a una prensa hidráulica donde se compactan en fardos de 90 kgs.



Foto 59. Secadora de conos. Alto Valle del río Negro.

Almacenamiento

La estabilidad de almacenamiento depende de la variedad y se mide por la pérdida de ácidos alfa en el tiempo a una temperatura determinada. Existen índices del potencial de almacenamiento de cada variedad para manejarlas adecuadamente, que se calculan tomando una muestra y guardándola a 20 °C en un lugar oscuro durante 6 meses. Luego de esto se determina la variación del contenido de ácidos alfa. Para Cascade el índice de almacenamiento es del 50 %, lo que significa que luego de 6 meses pierde el 50 % del contenido inicial de ácidos alfa (Colby, 2016).

Por su parte la humedad relativa (RH %) de la cámara frigorífica es importante, dado que si es demasiado baja los conos perderán humedad y peso; y si es demasiado alta absorberán la humedad con riesgo de oxidación.

Condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa y tiempo de almacenamiento de los conos.

Parámetro	Valores óptimos
Temperatura	-4,44 °C a -2,22 °C
Humedad relativa	70% a 85%
Periodo de almacenamiento	12 meses



Foto 60. Fardos de flores prensadas. Alto Valle del río Negro.

Pelletizado

Este proceso transforma los conos en gránulos que son envasados y sellados al vacío. Es la forma en que los cerveceros adquieren el lúpulo más frecuentemente, porque conserva la calidad del producto, facilita el manejo, ocupa menos lugar y reduce el costo del flete. En Argentina estas máquinas se han vuelto usuales entre los productores, y les permitieron comercializar en el mercado local y abastecer a las cervecerías artesanales.

Uno de los formatos más comunes de pellets son los T90, que se obtienen moliendo el cono seco y colocando el polvo molido en una máquina que genera los típicos gránulos. El término T90 se refiere a que 100 kg de flores secas rinden 90 kg de pellets. Del mismo modo, los pellets T45 dan como resultado 45 kg de producto por 100 kg de lúpulo.



Foto 61. Pellets de flores. General Roca. Alto Valle del río Negro.

Parámetros de calidad

Los elaboradores de cerveza exigen conocer la calidad del lúpulo, por lo tanto los análisis de laboratorio para proporcionar información sobre el potencial de aroma y amargor de cada variedad son fundamentales.

Los ácidos α y los β en menor medida, son los principales precursores que contribuyen a los atributos amargos de la cerveza, y los aceites esenciales aportan al sabor y aroma. Esto proporciona información útil en la creación del perfil real del lúpulo, lo que permite una comparación entre variedades y da una idea bastante precisa de cómo pueden influir en el sabor y aroma de la cerveza.

En este sentido, los parámetros químicos y físicos permiten realizar manejos previos a la cosecha (durante la fase de producción) y posteriores a la cosecha (proceso), para poder lograr un producto de excelencia.



Foto 62. Conos madurando. Alto Valle del río Negro. (Gentileza Ing. Hernán Bergamini).



Foto 63. Flores dispuestas para panel sensorial. Alto Valle del río Negro.

Parámetros físicos y químicos de calidad.

Parámetro	Indicador	Descripción	
Químico	HSI (Hop Storage Index)	Indican el nivel de frescura / degradación de los conos	
	% Alfa Ácidos	Aportan amargor a la cerveza una vez isomerizados en el hervidor	
	% Beta Ácidos	Al oxidarse con el tiempo generan compuestos que añaden amargor	
	Relación Alfa/Beta	Una relación 2:1 indica un amargor que permanecerá en el tiempo. Con una relación 1:1 el amargor es más suave	
	% de Co-humulona	Indicador de un amargor áspero y astringente (harsh). Valores < 25 % indican un amargor más suave.	
	Determinación de aceites		
	Determinación de Pesticidas y Metales pesados		
Físicos	Variedad		
	% de hojas y tallos	Valores > 6% p/p dan sabores no deseados por taninos y clorofila	
	% de Materia Extraña	Alambres, tornillos, piedras, hilos, bolsas. Se admiten valores < 1%	
	% de Humedad	Óptimo e/ 10 % y el 12 %. Valores > generan deterioro y descomposición del cono. Valores < significan pérdida de peso y de calidad	
	% de Semillas	Valores > 2 p/p confieren sabores y aromas no deseados y afectan la formación de espuma	

Fuente: www.ipatec.conicet.gov.ar

Foto 64. Cerveceros artesanales en su planta elaboradora. General Roca. Alto Valle.

EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN

El análisis de la inversión del cultivo de lúpulo se realiza para una hectárea 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.

El proceso evaluado, tanto en la inversión como desde el punto de vista económico, finaliza con la cosecha de la planta en el establecimiento. Las tareas de limpieza, secado de la flor y acondicionamiento en fardo o pellets se consideran un servicio prestado por terceros, descontando su valor del precio de referencia.

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 el Costo Directo de Producción, los Ingresos Brutos y el Margen Bruto por superficie y peso invertido.

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. Se analizan dos escenarios, uno para cada sector, considerando los precios medios de referencia para las variedades más plantadas en la región.

Inversión en plantación

Previo a la plantación debe prepararse el terreno, siendo las labores relevantes la nivelación, rotura de capas compactadas del suelo, fertilización de fondo, marcado de la línea de plantación y de instalación del riego por goteo. Además, durante el año de plantación se siembra un verdeo en el interfilas.

La inversión en la estructura sobre la cual se desarrolla la planta requiere de insumos varios, mano de obra y uso de maquinaria, principalmente acoplado para el traslado del material y hoyadora para la colocación de postes, anclas y rizomas.

En las dos tablas siguientes se describen los insumos, horas de maquinaria y jornales para una distancia de plantación de 3 metros entre filas y 1,1 metros entre plantas, plantando tres rizomas por hoyo. Cabe aclarar que es posible hacer una multiplicación propia de rizomas para un proceso gradual de plantación, pero en este documento se considera la plantación de la hectárea en el mismo momento adquiriendo todos los rizomas necesarios.

Insumos, horas de maquinaria y mano de obra para armar la estructura.

Insumo	Unidad	Cantidad/ha
Postes esquineros de 7,5 mts	Unidad	4
Postes perimetrales de 6,5 mts	Unidad	38
Postes internos de 6 mts	Unidad	94
Muertos	Unidad	46
Riendas con alambre 19/17	Metros	1.104
Perimetral con alambre 19/17	Metros	1.200
Cruceros con alambre 19/17	Metros	1.800
Alambre 14/16	Metros	6.600
Omega	Unidad	92
Grampas U	Unidad	144
Torniquetes	Unidad	66
Maquinaria		
Tractor + acoplado	Horas	10
Hoyadora	Horas	22
Armado de surcos	Horas	4
Mano de obra	jornales	30

Número de rizomas y mano de obra para plantar.

Insumo	Unidad	Cantidad
rizomas	unidad	9.091
mano de obra	jornales	8

Para cuantificar la inversión se consideran los precios de insumos, salario y combustible vigentes a marzo 2021, tipo de cambio oficial 90 \$/dólar. Cualquier cambio en el valor del producto, de las inversiones y de los bienes y servicios, muchos de ellos asociados al tipo de cambio, llevará a un resultado distinto en la evaluación de la inversión y del análisis económico.

La inversión en plantación del primer año se completa con el sistema de riego por goteo con un valor de 4.200 u\$s/ha. El valor total de la inversión es de 18.410 u\$s/ha. En la figura que sigue se indica la participación de los principales rubros en la inversión.



Participación en la inversión de cada rubro.

Labores culturales

Estas labores incluyen manejo de la planta, control de malezas, riego, fertilización, control sanitario principalmente preventivo y cosecha, y se mantienen a lo largo de la vida de la plantación con requerimientos de insumos, mano de obra y maquinaria muy similares.

Respecto al control de malezas, durante el primer año de plantación se hace exclusivamente de manera manual para evitar daños por deriva de herbicidas, tarea que requiere 32 jornales/ha. A partir del segundo año se combina el desmalezado manual con herbicidas específicos.

En la tabla que se muestra a continuación, se describen los factores de producción empleados para el manejo de la plantación a lo largo de su vida productiva. La eliminación de brotes el primer año no se hace con desbrozadora para evitar daños en la planta.

Labores en la conducción de la planta (por ha plantada).

Labor	Implemento	Cantidad
Desbrozar interfilar	Desbrozadora	4 horas/ha
Aporcar en la fila	Bordeadora	2 horas/ha
Hilo de coco		7.000 unidades/ha
Alambrecito W		3.500 unidades/ha
Colocar hilo		10 jornales/ha
Movimientos varios	Acoplado	6 horas/ha
Envoltura		12 jornales/ha
Eliminar brotes	Desbrozadora	5 horas/ha

Control de malezas año 2 en adelante.

Labor	Unidad	Cantidad	Observaciones
Control manual en la fila	jornales	16	
Control malezas en fila (herbicida desecante)	litros	3,6	3 tratamientos dosis 4 lt/ha, sup efectiva fila 0,3 ha
Control malezas en fila (herbicida selectivo)	litros	0,2	1 tratamiento dosis 0,2 lt/ha
Aplicación con mochila	jornales	16	

La fertilización se realiza por suelo, foliar y fertirriego. El aporte anual es de unas 120 unidades de nitrógeno (N), 40 unidades de fósforo (P) y 120 unidades de potasio (K), además de microelementos.

Los tratamientos sanitarios son preventivos, con un total de 4 aplicaciones que se combinan con los fertilizantes foliares para reducir el uso de la maquinaria.

En este cultivo el costo de cosecha no se modifica con el rendimiento de la planta. La tarea requiere mano de obra para cortar las guías en ambos extremos y del acompañamiento de un carro tirado por el tractor para ir colocando las mismas. Se estima que 2 personas acompañadas por un carro cosechan 0,75 has en una jornada de 8 horas.

En la tabla siguiente se presenta el costo de las labores culturales del primer año y del segundo año en adelante.

Gasto Directo Total labores año 1 y año 2 en adelante en u\$/ha.

Gasto labor (u\$/ha)	Año 1	Año 2 y siguientes
Manejo de la planta	2.125	2.165
Control de malezas	981	1.024
Fertilización	1.048	1.048
Sanidad	240	240
Riego	300	300
Cosecha	231	231
Gasto Directo Total	4.925	5.008

Producción e ingresos

El rendimiento medio esperado para las condiciones regionales de las variedades predominantes, expresado en kilo de flor seca es el siguiente:

- Año 1: 500 kg/ha
- Año 2: 900 kg/ha
- Año 3: 1.400 kg/ha
- Año 4 en adelante: 1.800 kg/ha

Se analizan por separado la comercialización del lúpulo para la industria cervecera y para elaboradores artesanales. Ambos sectores pagan un valor distinto por el lúpulo, y utilizan además distinta cantidad en el proceso de elaboración.

En el escenario de la venta a la industria cervecera el precio de referencia, descontado el valor del servicio de limpieza y secado de la flor, es de 12,5 dólares/kilo flor seca. El precio de referencia del sector craft es de 23 dólares/kilo pelletizado, y a este precio se le descuenta el servicio de limpieza, secado y pelletizado de las flores (3 dólares/kilo). En la próxima tabla se muestran los ingresos brutos de cada año.

Ingreso Bruto sector industrial y artesanal (dólares/hectárea).

Año	Industrial	Craft
1	6.250	10.000
2	11.250	18.000
3	17.500	28.000
4 en adelante	22.500	36.000

Resultado. Evaluación de la inversión

Para el cálculo del Valor Actual Neto se asume una tasa de corte del 7 % anual en dólares, considerando un horizonte de proyecto de 20 años.

a. Escenario venta a la industria cervecera

En la tabla que sigue se calcula el flujo de fondo del proyecto de plantar una hectárea de lúpulo cuyas flores son comercializadas a la industria cervecera.

Flujo de fondos de la inversión de una hectárea de lúpulo en u\$/ha.

	año 1	año 2	año 3	año 4 al 20
Ingresos	6.250	11.250	17.500	22.500
Inversión	18.410			
Egresos	4.925	5.008	5.008	5.008
Flujo de fondos	-17.085	6.242	12.492	17.492

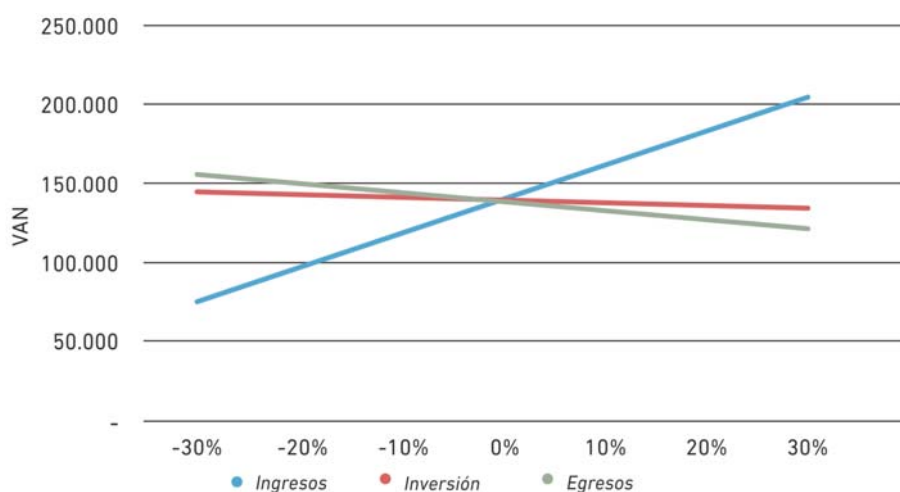
Valor Actual Neto (VAN, tasa de corte 7%): 139.086 u\$/ha.

Tasa Interna de Retorno (TIR) 69% / La inversión se recupera al segundo año.

Los resultados son positivos con los valores asumidos para el presente cálculo. A continuación se muestra un análisis de sensibilidad del proyecto frente a cambios en los ingresos, las inversiones y los egresos, para saber a cuál de estos parámetros debe prestarse mayor atención dadas las variaciones del VAN.

Análisis de sensibilidad de la inversión en una hectárea de lúpulo (VAN).

	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Ingresos	76.304	97.231	118.158	139.086	160.013	180.940	201.867
Inversión	144.247	142.527	140.806	139.086	137.365	135.644	133.924
Egresos	154.979	149.681	144.383	139.086	133.788	128.490	123.192



Análisis sensibilidad inversión lúpulo.

De esto se desprende que el proyecto es más sensible a cambios en los ingresos que a cambios en los egresos e inversiones (pendiente de la recta). El VAN sigue siendo positivo ante caída de los ingresos del 30 % respecto del precio de referencia considerado en el presente análisis.

b. Escenario venta a elaboradores artesanales

En la siguiente tabla se calcula el flujo de fondo del proyecto de plantar una hectárea de lúpulo para elaboradores artesanales.

Flujo de fondos de la inversión de una hectárea de lúpulo en u\$/ha.

	año 1	año 2	año 3	año 4 al 20
Ingresos	10.000	18.000	28.000	36.000
Inversión	18.410			
Egresos	4.925	5.008	5.008	5.008
Flujo de fondos	-13.335	12.992	22.992	30.992

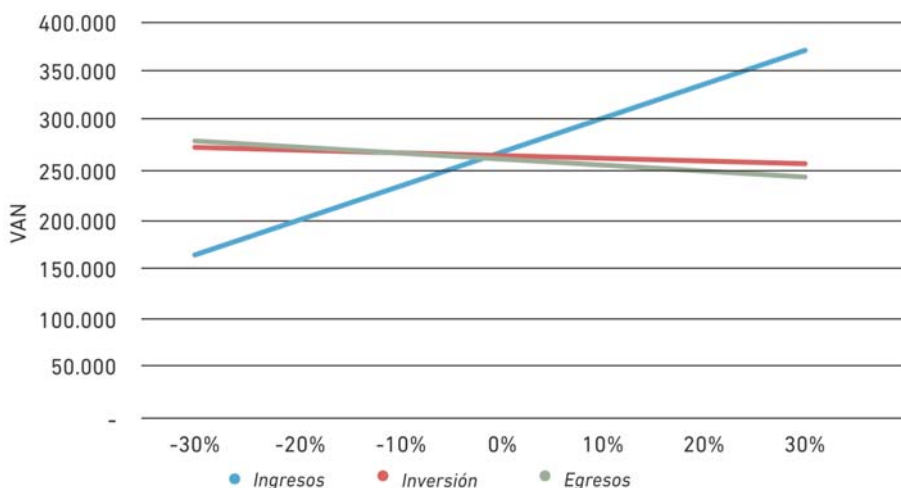
Valor Actual Neto (VAN, tasa de corte 7%): 264.648 u\$/ha.

Tasa Interna de Retorno (TIR) 139% / La inversión se recupera al segundo año.

Los resultados son positivos con los valores asumidos para el presente cálculo. En la próxima tabla se muestra el análisis de sensibilidad. También en la comercialización al sector craft la mayor sensibilidad de la inversión se da ante variaciones en los ingresos.

Análisis de sensibilidad de la inversión en una hectárea de lúpulo (VAN).

	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Ingresos	164.198	197.681	231.165	264.648	298.131	331.615	365.098
Inversión	269.810	268.089	266.369	264.648	262.927	261.207	259.486
Egresos	280.542	275.244	269.946	264.648	259.350	254.052	248.754

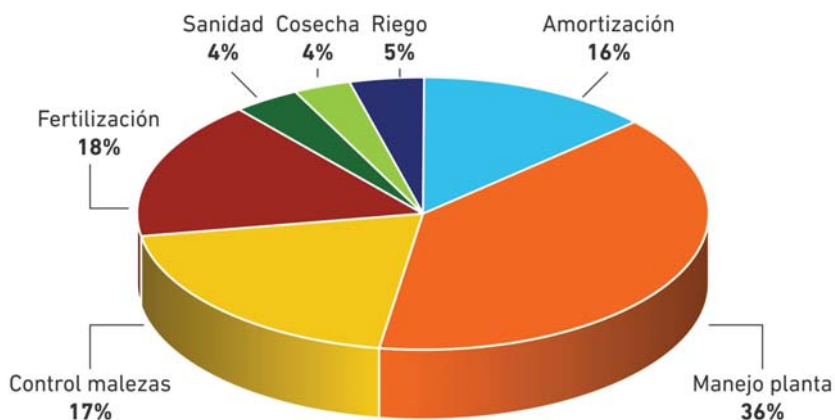


Análisis sensibilidad inversión lúpulo.

ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realiza para el año en el que el cultivo alcanza la plena producción, y se agrega a los gastos directos el valor de la amortización de la plantación.

AMORTIZACIÓN = costo plantación / 20 años = 18.410 dólares/ha / 20 años = 920 dólares / ha año



Participación en el costo directo de producción.

Costo producción u\$s/ha= gastos directos + amortización = 5.928 u\$s/ha
Costo unitario de producción u\$s/kilo= 5.928 u\$s/ha/1.800 kg/ha = 3,29 u\$s/kilo

Margen bruto

Los costos presentados son "directos", es decir que en esta propuesta no se incluyen los costos generales del establecimiento (o indirectos). Por esa razón la medida de resultado económico a calcular es el margen bruto (MB), que resulta de la diferencia entre los ingresos brutos (IB) y los costos directos de producción de lúpulo (CD). Se hace el cálculo por hectárea y por peso invertido. El MB se calcula para cada uno de los escenarios.

a. Escenario venta a la industria cervecera

$$\text{IB (\$/ha)} = \text{producción (kg/ha)} * \text{precio (\$/kg)} = 1.800 \text{ kg/ha} * 12,5 \text{ u\$/kilo} = 22.500 \text{ u\$/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{MB u\$/ha} &= \text{IB (u\$/ha)} - \text{CD (u\$/ha)} = 22.500 - 5.928 = 16.572 \text{ u\$/ha} \\ \text{MB u\$/u\$} &= 16.572/5.928 = 2,79 \text{ u\$/u\$} \end{aligned}$$

Del análisis económico se desprende que el precio mínimo del lúpulo para cubrir sus costos directos es 3,29 u\\$/kilo. Este valor es aceptable en el corto plazo ya que sólo alcanza a cubrir los gastos del cultivo y la amortización de la inversión. Es decir que no está aportando recursos a los gastos generales del establecimiento ni una rentabilidad al productor.

Con el precio al productor de 12,5 u\\$/kilo el margen bruto por hectárea es de 16.572 u\\$/ha. Este saldo cubrirá parte de los gastos generales de la empresa y aportará a la rentabilidad del establecimiento. En relación al costo directo, se obtiene con este valor del lúpulo 2,79 u\\$ por cada u\\$ de costo directo del cultivo.

b. Escenario venta a elaboradores artesanales

$$\text{IB (\$/ha)} = \text{producción (kg/ha)} * \text{precio (\$/kg)} = 1.800 \text{ kg/ha} * 20 \text{ u\$/kilo} = 36.000 \text{ u\$/ha}$$

$$\begin{aligned} \text{MB u\$/ha} &= \text{IB (u\$/ha)} - \text{CD (u\$/ha)} = 36.000 - 5.928 = 30.072 \text{ u\$/ha} \\ \text{MB u\$/u\$} &= 30.072/5.928 = 5,07 \text{ u\$/u\$} \end{aligned}$$

Con el precio al productor de 20 u\\$/kilo, descontados los 3 u\\$/kg de procesamiento, el margen bruto por hectárea es de 30.072 u\\$/ha. Este saldo cubrirá parte de los gastos generales de la empresa y aportará a la rentabilidad del establecimiento. En relación al costo directo se obtiene con este valor del lúpulo 5,07 u\\$ por cada u\\$ de costo directo del cultivo.

CONCLUSIONES

Con una rica historia de emprendimientos a escala comercial, el Alto Valle del río Negro presenta condiciones agroambientales óptimas para el desarrollo de esta especie, entre otros factores debido a su latitud, fotoperíodo, luminosidad, baja humedad relativa, reducida incidencia de plagas y enfermedades, calidad y disponibilidad de suelos y agua.

Si bien hasta la fecha el consumo de cerveza atraviesa una etapa de expansión tanto a nivel industrial como artesanal (el cual demanda 3 a 5 veces más lúpulo que la industria), y la tendencia mundial prevé un crecimiento anual del 4,5 % durante el período 2020 – 2025, la superficie cultivada en el país no verifica incrementos significativos y la oferta local continúa siendo muy escasa, abasteciendo un reducido porcentaje de la demanda.

Más allá del elevado valor de la inversión inicial propio de cualquier plantación nueva de carácter intensivo y perenne, su producción implica la necesidad de articular o integrar la etapa primaria con la de trillado, secado y enfardado o pelletizado del producto para mantener sus parámetros de calidad, y también con la comercialización, lo que exige una inversión de importancia.

En este contexto la difusión del lúpulo en Alto Valle dependerá entre otros factores del diseño de políticas que contemplen los distintos factores organizacionales, financieros, impositivos, técnicos, productivos, de procesamiento industrial y comerciales que exige el cultivo para su integración vertical en la cadena.

Se identifica asimismo la importancia de iniciar líneas de investigación sobre aspectos básicos de su producción en las condiciones ambientales locales, particularmente en nutrición, riego, manejo sanitario. Resulta destacable la necesidad de generar un mayor abanico de variedades a través de la importación de materiales, desarrollo de líneas existentes en nuestro país, o bien mediante programas de mejoramiento genético.

Las cámaras que nuclean por un lado al sector cervecero industrial, y el artesanal por el otro, así como elaboradores locales de pequeña escala, manifestaron gran interés por la realización de este documento así como de futuros trabajos sobre el cultivo del lúpulo en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- ARUANI, M.; ARJONA, C.; SÁNCHEZ, E. (2001). Micronutrientes en hojas de manzanos y su relación con las propiedades del suelo. Investigación Agrarias Producción y Protección Vegetal (INEA). Universidad Nacional del Comahue. INTA Alto Valle. https://www.researchgate.net/publication/28124432_Micronutrientes_en_hojas_de_manzano_y_su_relacion_con_las_propiedades_del_suelo/link/5475b6a90cf2778985af0e7e/download
- BAÑÓN IZU, F. (2013). Plantación de lúpulo de 2,04 ha en Mabegondo (A Coruña). Universidad Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/14824/2/PFC_FERNANDO_BANON_MEMORIA_2.pdf
- BAUERLE, W. (2019). Disentangling photoperiod from hop vernalization and dormancy for global production and speed breeding. Department of Horticulture and Landscape Architecture. Colorado State University. Scientific reports. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-52548-0>
- 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>
- BELLÉS, C.; CASTRO, H.; CICHÓN, L.; DE ROSSI, R.; FERNÁNDEZ, D.; LÓPEZ, R.; MAGDALENA, C.; MELZAR, R.; NOLTING, J.; ROSSINI, M.; SÁNCHEZ, E.; SEGATORI, A.; TASSARA, M. (1993). Guía de pulverizaciones para frutales de pepita y carozo. INTA Alto Valle. GTZ. General Roca. Río Negro.
- BEVERLEY, A. (2015). The effect of timing of stripping on hop production under south african conditions. Requirement for the degree of Master of Science in Agronomy at the University of Stellenbosch. South Africa. <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/97923>
- BLENDL, M.; ENGELHARD, B.; FORSTER, A.; GAHR, A.; LUTZ, A.; MITTER, W.; SCHMIDT, R.; SCHOMBERGER, C. (2014). Hops. Their cultivation, composition and usage. Fachberlag Hans Carl GmbH. Nuremberg. Germany. <https://www.amazon.com/Hops-Cultivation-Composition-BRAUWELT-Knowledge-ebook/dp/B00YT2VM30>
- BRAAM, J. (2005). *In touch*: plants responses to mechanical stimuli. New Phytologist Foundation. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2004.01263.x>
- BURINI, J.; TROCHINE, A.; LIBKIND, D. (2017). Parámetros de Calidad de Lúpulo.
- LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA APLICADA, BIOTECNOLOGÍA Y BIOINFORMÁTICA DE LEVADURAS (MABBlev). Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC). CONICET – UNComahue, Bariloche, Argentina. www.ipatec.conicet.gob.ar
- CALDERWOOD, L.; POST, J. (2015). Hop harvest timing in the Northeast. University of Vermont Extension Northwest Crops and Soils Program and USD, Vermont, USA. www.uvm.edu/extension/cropsoil/wp-content/uploads/Hop-Harvest-determinationfactsheet.pdf. Downloaded 20 February 2017
- CÁMARA DE LA INDUSTRIA CERVECERA ARGENTINA (2020). Agroindustria cervecera. Análisis de cadena de valor. FIEL – ABECEB. <http://www.cervecerosargentinos.org/quienes-somos>
- CFI – CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (2008). Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del Río Negro. Provincia de Río Negro. INTA Alto Valle. Instituto de Suelos INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-estudio_suelo_alto_valle_2009.pdf
- CICHÓN, L.; DI MASI, S.; FERNÁNDEZ, D.; MAGDALENA, C.; ROSSINI, RIAL, E. (2010). Guía ilustrada para el monitoreo de plagas y enfermedades en frutales de pepita. INTA Alto Valle. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_guia_ilustrada_monitoreo_plagas.pdf

- COLBY, C. (2016). Hops Lose Alpha Acids In Storage. Beer & Wine Journal. Brew, drink and be awesome. <https://beerand-winejournal.com/book/>
- CONWAY, S.; REID, S. (2008). Humulus lupulus – Hops. College Seminar 235 Food for Thought: The Science, Culture, & Politics of Food Spring 2008. https://academics.hamilton.edu/foodforthought/Our_Research_files/hops.pdf
- DARBY, H.; MADDEN, R. (2012). The UVM mobile hop harvester. Project Report Drawings. University of Vermont, USA. https://www.uvm.edu/sites/default/files/Northwest-Crops-and-Soils-Program/Presentations/DarbyMadden_Organic_Hop_Yield_and_Quality_in_the_Northeast_March_19_2012.pdf
- DEADSPINTER (2020). Do you have a Hoppy Latitude? Deadsplinter. Stick to sticking with it. <https://deadsplinter.com/2020/05/11/do-you-have-a-hoppy-latitude/>
- DODDS, K. (2017). Hops a guide for new growers. Development Officer – Temperate Fruits NSW Department of Primary Industries. Australian Government. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf
- EASTWELL, K.; OCAMB, C. (2019). Hop (*Humulus lupulus*). Virus Diseases. In: Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M., senior editors. 2019. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-virus-diseases>
- ELFORD, E. (2011). Irrigation Requirements for your Hop Yard. Ontario Ministry of Agricultural, Food and Rural Affairs, OnSpecialtyCrops. <https://onspecialtycrops.wordpress.com/2011/07/21/irrigation-requirements-for-your-hop-yard/>
- ENZ, M.; DACHLER, C. (1998). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida. BBA – BSA – IGZ – IVA – AgrEvo – BASF – Bayer – Novartis. https://www.agro.basf.es/Documents/es_files/pdf_1_files/services_files/descarga.pdf
- EYCK, L.; GEHRING, D. (2015). The hop grower's handbook: The essential guide for sustainable, small-scale production for home and market. Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont, USA. <https://rk2bukz.cf/book.php?id=aM08DAAQBAJ>
- GALLINA, M.; RODRÍGUEZ, A.; MUÑOZ, A. (2016). Índices bioclimáticos para la vid en Clmte. Guerrero, Río Negro. INTA Alto Valle. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_indices-bioclimaticos-para-vid-en-alto-valle.pdf
- GONZÁLEZ AGUILAR, K. (2017). Plan de negocios para cultivo y exportación de lúpulo desde la región de Los Ríos. Tesis para optar al grado de Magister en Gestión para la Globalización. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial.
- GINGRICH, C.; HART, J.; CHRISTENSEN, N. (2000). Hops. Oregon State University Extension Service. Fertilizer Guide. FG 79. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/fg79.pdf>
- HAPI (2019). Hop Industry Guide for New Growers. Hāpi Research Ltd and the Ministry for Primary Industries. New Zealand. <https://hapi.co.nz/wp-content/uploads/2019/08/Hop-Industry-Guide-for-New-Growers-Aug-2019.pdf>
- HERRICK C. 2019. Cómo es realmente cultivar lúpulo. Growing Produce. <https://www.growingproduce.com/fruits/what-its-really-like-to-grow-hops/>
- HILLER, S.; GINGRICH, G.; HAUNOLD, A. (2019). Growing Hops at Home. Cornell Cooperative Extension. Madison County. <http://madisoncountyce.org/agriculture/hops-program/growing-hops-at-home>
- INDEC – INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (2020). Censo Nacional Agropecuario. 2018. Resultados preliminares. Agricultura. Enero de 2020. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_preliminares_agricultura.pdf
- INTA ALTO VALLE (2010). Pera Williams. Manual para el productor y el empacador. COFECYT, Pro Río Negro, CAFI, Federación de Productores de Fruta de Río Negro, INTA, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue, INTI. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_pera_williams.pdf

- JACKSON, D.; SIEGLE, L.; SCOGGINS, H. (2019). Irrigation Considerations for Commercial Hop Producers. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/92714/SPES-95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- KEMME, L. (2016). Grower notes 2016. A shared guide to the do's and don'ts of growing hops. Great Lake Hops. <https://docs.google.com/document/d/1pXva0YIAwC7ZvPywRbHylg9-kZoK0qn6GH379b97nnY/edit>
- KNEEN, R. (2003). Small Scale & Organic Hops Production. Left Fields, British Columbia. <http://cesonoma.ucanr.edu/files/238645.pdf>
- LEBOSOL® DÜNGER GMBH (2021). Foliar fertilization in hop growing. <https://www.lebosol.de/en/crop/hops/>
- LERDON, J., SCHEIHING, G. (2017). Análisis económico del establecimiento de *Humulus lupulus* L. Economic analysis of the establishment of a *Humulus lupulus* L. crop. Instituto de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. <http://agrosur-journal.cl/agrosur/wp-content/uploads/2017/11/art07-Lerdon-PUBLICAR.pdf>
- LESKOVAR, L. (1981). Cultivo de lúpulo. Publicación SAIPA - Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. Jornadas sobre un programa de estudio regional de flora natural y cultivos de especies aromáticas y medicinales. Volumen VI - Neuquén 1981. <http://www.herbotecnia.com.ar/c-biblio006-15.html>
- LF L (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) / VERBAND DEUTSCHER HOPFENPFLANZER E.V. (2019). Guidelines for Integrated Pest Management in Hop Growing.
- COMPILED BY THE INSTITUTE FOR CROP SCIENCE AND PLANT BREEDING OF THE BAVARIAN STATE RESEARCH CENTER FOR AGRICULTURE AND THE GERMAN HOP GROWERS ASSOCIATION. Baviera. https://tetnanger-hopfen.de/fileadmin/tt-hopfen/news/Guidelines_for_Pest_Management_in_Hop_Growing.pdf
- LIZOTTE, E.; HODGSON, E.; FILOTAS, M. (2019). Exploración del lúpulo. Guía de bolsillo para la región Superior del Medio Oeste y Noreste de Estados Unidos y del Este de Canadá. Michigan State University Extension. <https://www.canr.msu.edu/hops/uploads/files/hopsguide-spanish-webfinal.pdf>
- MADDEN, R.; DARBY, H. (2012). Hops harvest moisture determination. University of Vermont Extension Northwest Crops and Soils Program and USD, Vermont, USA. www.uvm.edu/extension/crops/soil/wp-content/uploads/Hop_harvest_fact_sheet.pdf
- MAGADÁN M.; VALLADARES ALONSO, J.; PIÑEIRO ANDIÓN, J.; FERNÁNDEZ PAZ, J.; GARCÍA PEDREIRA, J.; OLMEDO NADAL, J. (2011). Guía del cultivo del lúpulo. Lúpulo Tecnología de Galicia, Sociedad Cooperativa Gallega (LU.TE.GA). <http://www.lutega.com/pdf/guiacultivo.pdf>
- MCCORMACK, E.; VELASQUEZ, L.; DELK, N.; BRAAM, J. (2006). Touch Responsive Behaviors and Gene Expression in Plants. Communication in plants. <http://bioc.rice.edu/~braam/pubs/McCormack.2006.cpy.pdf>
- MORTON, G. (2013). Nova Scotia Hop Growers' Guide 2013. Annapolis Digby Economic Development Agency. Nova Scotia. Canada. <https://novascotia.ca/thinkfarm/documents/hop-grower-guide2013.pdf>
- NEILAN, J.; BERKERY, P.; FITZPATRICK, G. (2019). Five Lamps, the handcrafted Irish beer brewed in Dublin. Busines Wire. A Berks-hire Hathaway Company. <https://www.businesswire.com/news/home/20191017005953/en/Lamps-Opens-Brewery-Visitor-Centre-Dublin>
- NEVE, R. (1991). Hops. Springer Science + Business Media, B.V. British Library Cataloguing in Publication Data. <https://books.google.com.ar/book>
- OMAFRA (2012). Hope. Specialty Cropportunities. A resource for specialty crop growers. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/en/herbs/hops/hops.html>
- OCAMB, C.M. & GENT, D.H. (2019). Hop (*Humulus lupulus*). Black Root Rot. In: Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M., senior editors. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-black-root-rot>
- OCAMB, C.M. & GENT, D.H. (2019). Hop (*Humulus lupulus*). Black Root Rot. In: Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M., senior editors. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-black-root-rot>

- OCAMB, C.; GENT, D. (2019). Hop (*Humulus lupulus*). Verticillium Wilt. In: Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M., senior editors. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hop-humulus-lupulus-verticillium-wilt>
- O´NEAL, S. (2015). Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. A Cooperative Publication Produced by Washington State University, Oregon State University, University of Idaho, and U.S. Department of Agriculture in cooperation with Michigan State University and Cornell University. https://www.canr.msu.edu/uploads/234/71503/Hop_Field_Guide_Third_Edition.pdf
- OTERO, Y. (2006). Los productores de lúpulo necesitan mercados. Infocampo 17/3/2006. <https://www.infocampo.com.ar/los-productores-de-lupulo-necesitan-mercados/>
- PÉREZ, B. A.; MARTÍNEZ, E.; NOETINGER, F.; WRIGHT, E.R. (2009). Hop Downy Mildew Caused by Pseudoperonospora humuli in Argentina. The American Phytopathology Society (APS). <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-93-8-0839C>
- POTOPOVÁ, V.; LHOTKA, O.; MOZNY, M.; MUSIOLKOVÁ, M. (2020). Vulnerability of hop-yields due to compound drought and heat events over European key-hop regions. International Journal of Climatology. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.6836>
- PULSO CERVECERO (2017). Comenzamos a cambiar la idea de que el lúpulo importado es mejor: Klaus Leibrecht. Pulso Cervecerero. Publicación independiente sobre cervezas artesanales y premium de Argentina. <https://pulsocervecerero.com/cambiamos-idea-lupulo-klaus-leibrecht/>
- QUESADA OCAMPO, L. (2018). Hop Downy Mildew. Vegetable Pathology Factsheet. NC State Extension. North Carolina State University and North Carolina A&T State University. <https://content.ces.ncsu.edu/hop-downy-mildew>
- RIVACEK, V. (1991). Hop Production. Developments in Crop Science 16. Faculty of Agronomy, Agricultural University, Prgue, Czechoslovakia. <https://books.google.com.ar/books>
- RODRÍGUEZ, A.; HOLZMANN, R. (2017). Características edafoclimáticas los valles irrigados de la Norpatagonia. INTA Alto Valle. <https://inta.gob.ar/documentos/caracteristicas-edafoclimaticas-los-valles-irrigados-de-la-norpatagonia>
- RODRÍGUEZ A.; MUÑOZ, A. (2019). Análisis climático de Valle Medio y Río Colorado: Caracterización agrometeorológica y cartografía de suelos. INTA Alto Valle. <https://inta.gob.ar/documentos/analisis-climatico-de-valle-medio-y-rio-colorado>
- ROSSINI, M.; DI MASI, S. (1996). Las podredumbres radicales en el Alto valle del río Negro y Neuquén. INTA Alto Valle. General Roca. Río Negro.
- RUTH, P. (2018). Evaluation of the properties of finnish hops. Hameen Ammattikorkeakoulu. Hame University Applied Science. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/147440/Ruth_Paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SÁNCHEZ, E. (1999). Nutrición mineral en frutales de pepita y carozo. INTA Alto Valle. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-nutricion_mineral_sanchez.pdf
- SELHI M. (2018). Lúpulo: el enigma de la escasa producción en Argentina. Agrofy News, 5 abril 2018. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/174395/lupulo-enigma-escasa-produccion-argentina>
- SINAVIMO. SISTEMA ARGENTINO DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE PLAGAS. (2019). *Humulus lupulus*. <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/humulus-lupulus>
- SINAVIMO. SISTEMA ARGENTINO DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE PLAGAS. (2019). *Oiketicus platensis*. <https://www.sinavimo.gov.ar/plaga/oiketicus-platensis>
- SIRRINE, R.; ROTHWELL, N.; GOLDY, R.; MARQUIE, S.; BROWN-RYTLEWSKI, D. (2010). Sustainable Hop Production in the Great Lakes Region. MSU. Michigan State University Extension. Extension Bulletin E-3083. New. January 2010. <https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/Sirriline-Sustainable-Hop-Production-in-the-Great-Lakes-Region.pdf>
- VILLARREAL, P.; SANTAGNI, A. (2004). Pautas tecnológicas frutales de pepita. Manejo y análisis económico financiero. Ediciones INTA. INTA Alto Valle. General Roca, Río Negro.
- WILDFIND. NATURLICH MEHR ERLEBEN (2020). Kultur des hofpens. <https://www.wildfind.com/artikel/kultur-des-hopfens>

Se entiende que la especialización, al aprovechar las ventajas comparativas de una región y las economías de escala, permite concentrar esfuerzos y recursos en una actividad principal, generando conocimiento y encadenamientos locales y nutriendo la red de relaciones del sector, lo que favorece la eficiencia, los rendimientos y –si se dan las condiciones– los ingresos del agricultor.

La diversificación, por otro lado, al propiciar entornos más diversos compatibles con dichas ventajas comparativas, se asume que favorece la composición del ingreso del productor y su núcleo familiar, la rentabilidad de su empresa, su resiliencia frente a las crisis por adversidades climáticas o por colapsos de mercados, su capacidad de reacción ante los cambios de oferta y demanda, y la estabilidad general del sector.

En este sentido, la presente publicación sobre el lúpulo en Alto Valle –la segunda de una serie de distintos cultivos alternativos para la zona– intenta aportar herramientas básicas a los eventuales interesados en esta especie, en un contexto en el cual la matriz productiva del área bajo riego atraviesa un proceso de reorganización de su trama de producción de bienes y servicios, de sus procesos productivos y de las vinculaciones entre actores.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina