

Junio 2024  
Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

# LÚPULO EN LOS VALLES DE NEUQUÉN Y RIO NEGRO

## Propuesta de inversión para un predio de 10 ha

Dra. Patricia Villarreal

Ing. Agr. Alfredo Rosati (asesor privado)

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Argentina



## Introducción

Este documento complementa la publicación realizada en 2021 por el INTA Alto Valle, referida a las condiciones de la región para que el cultivo del lúpulo sea una alternativa productiva a los tradicionales frutales. En ese documento el análisis de la inversión refería a una hectárea neta plantada y finalizaba el proceso con la tarea de cosecha.

En esta oportunidad se presenta la evaluación de inversión de un establecimiento dedicado exclusivamente a la producción de lúpulo, con todo el equipamiento requerido para una superficie neta de 10 hectáreas. Además de la producción primaria incluye el proceso de trillado, secado y enfiado para una mejor conservación y comercialización del producto en el mismo establecimiento.

Los valores que se presentan son referenciales y no reflejan ninguna situación particular. Para tener resultados de referencia que sean comparables con los resultados de otras actividades equivalentes, y además, perdurar en el tiempo en períodos inflacionarios la moneda en la que se expresan los valores es el dólar estadounidense con un tipo de cambio de 904,50 \$/USD.

En Argentina existen actualmente unas 200 hectáreas de lúpulo distribuidas principalmente en dos zonas, la denominada Comarca Andina del Paralelo 42 (ubicada en Río Negro y Chubut) y la zona del Alto Valle de Río Negro. Las principales variedades cultivadas de lúpulo son Cascade, Mapuche, Nugget y Victoria, y en menor medida Willamette, Bullion, Magnum, Trafal, Nahuel, entre otras.

Para cubrir la demanda total de lúpulo en Argentina se necesitan alrededor de 1000 toneladas, en tanto la producción nacional promedia las 300 toneladas. Esto da cuenta de un balance negativo y la oportunidad de incrementar la superficie cultivada para suplir esta faltante del cultivo. La demanda del sector cervecero requiere de variedades que hoy no se cultivan en el país.

Actualmente toda la producción nacional, se comercializa en el mercado interno, con márgenes variables dependiendo de la orientación hacia la industria o hacia el sector artesanal, pero que como se verá en el análisis económico, generan una buena rentabilidad.

A nivel Sudamérica, Argentina, junto a Chile, son los dos países con las condiciones agroclimáticas ideales para la producción de lúpulo, aunque en los últimos años han surgido producciones en lugares denominados “no tradicionales” como Brasil, donde la superficie está incrementándose permanentemente, aunque todavía tienen que recorrer un largo camino hasta lograr una estabilidad productiva.

La importación total de lúpulo para el 2023, en Sudamérica fue de 3.784 toneladas (Trademap.org), muy superior a las 450 toneladas producidas entre Argentina, Chile y Brasil, un claro indicador de la necesidad de incrementar la producción para poder satisfacer esta demanda.

Se pone a disposición de productores, empresarios e inversores la información necesaria para la toma de decisiones de aquellos interesados en un producto que tiene una demanda insatisfecha y mucho interés por parte de los elaboradores de cerveza, en particular los del sector craft.

**Palabras claves:** lúpulo, inversión, Alto Valle

## Plantación de lúpulo

El establecimiento sobre el cual se hace el análisis de inversión tiene 10 has netas plantadas con lúpulo y 12 has brutas. Cuenta con el equipo de maquinaria para las tareas de campo y para la cosecha, trillado, secado y enfardado que se describen en las tablas 1 y 2.

Tabla 1- Equipo de maquinaria de campo

Máquina-implemento	Valor a Nuevo (USD s/IVA)
tractor	55.000
subsolador	6.500
rastra	8.400
cincel	4.500
vibrocultivador	2.500
desbrozadora	8.100
acoplado	7.500
aporcador	2.100
pulverizadora	24.000
abonadora	7.000
plataforma para trabajo en altura	5.000
carro para cosecha	8.000
TOTAL	138.600

Tabla 2- Equipo secado, trillado, prensa

Equipo	Valor a Nuevo (USD s/IVA)
trilladora	80.000
secadero	110.000
prensa para fardos	55.000
TOTAL	245.000

Otra mejora considerada en la inversión es un galpón para el secado y enfardado por un valor de 193.477 dólares.

Para el cálculo de la inversión en la plantación propiamente dicha se sigue el modelo de la publicación El cultivo del lúpulo (Nievas et al, 2021).

### **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”. 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, Victoria, Nugget, entre otras, 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.

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 (imagen 1). Por cada hilera se instalan dos alambres superiores a cada lado de esta para lograr la correcta apertura de las guías y facilitar la penetración de luz.

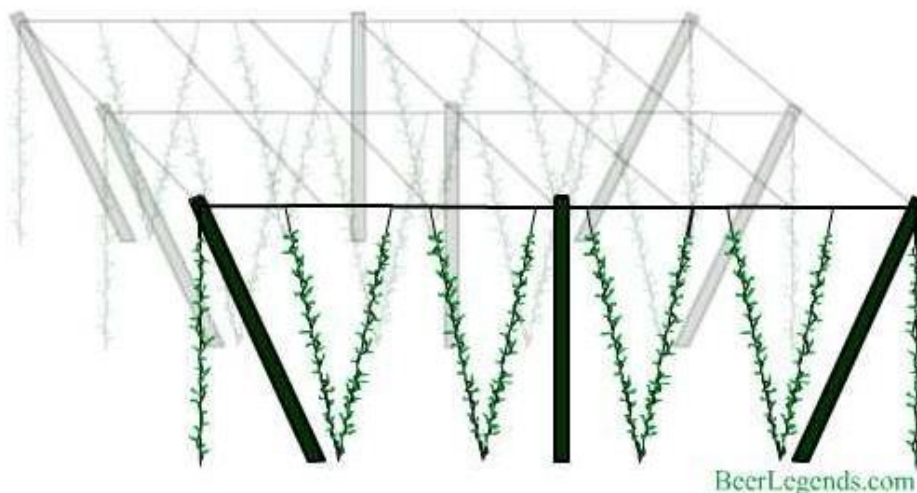


Imagen 1- Esquema de plantación

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.

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 las tareas se centran en mantener el 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.

Como tutor, se utiliza el hilo de fibra de coco, que luego de la cosecha permite incorporarlo al suelo. Los hilos se deben atar primero al alambre superior y fijarlo sobre la fila plantada, de manera de formar una "V" con el hilo.

La envoltura comienza cuando las guías alcanzan 4 a 5 entrenudos, disponiéndolas en el sentido de las agujas del reloj (dextrogiro) 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.

Previo a la plantación debe prepararse el terreno, siendo las labores relevantes: nivelación, rotura de capas compactadas del suelo, fertilización de fondo, marcado de la línea de plantación e 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, plataforma para trabajo en altura y hoyadora para la colocación de postes, anclas y rizomas.

### **Labores culturales**

Las labores consisten en: manejo de la planta, control de malezas, riego, fertilización, control sanitario principalmente preventivo y cosecha, 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.

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 3 personas acompañadas por un carro cosechan una hectárea en una jornada de 8 horas.

### **Producción**

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

## Cosecha y procesado de la flor

### Introducción

La planificación de la cosecha es fundamental para que las variedades puedan ser cosechadas y procesadas lo más rápido posible. De no ser así, los retrasos pueden tener un grave efecto sobre la calidad. El lúpulo fresco, recién cosechado, no se puede almacenar y debe ser cosechado, secado y enfardado en un proceso continuo y en el menor tiempo posible. Si los lúpulos se cosechan demasiado pronto, los ácidos alfa/beta y los aceites esenciales, no habrán tenido tiempo suficiente para desarrollarse hasta sus niveles máximos. Por otro lado, si la cosecha es demasiado tarde, también provoca una pérdida de calidad de los ácidos y aceites; ambas situaciones darán como resultado menores retornos ya que los precios bajan mucho en el mercado.

Las variedades de lúpulo maduran a diferentes ritmos y tiempos en la temporada. Los cerveceros valoran el contenido de ácidos alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) y de aceites esenciales, que impulsan el aroma y sabor en la cerveza. Según distintos trabajos de investigación, el contenido de aceite esencial del lúpulo continúa aumentando más allá de las fechas tradicionales de cosecha por lo que cervezas elaboradas con una sola variedad de lúpulo cosechada en diferentes momentos tendrán diferente sabor y aroma característicos. Sincronizar correctamente la cosecha optimizará estas características en el lúpulo y, en definitiva, en la cerveza. Los dos métodos más comunes utilizados para determinar la madurez del cono de lúpulo en el establecimiento son:

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

A medida que los conos de lúpulo crecen y maduran, el porcentaje de la materia seca respecto del peso verde aumenta alrededor del 1% cada 4 a 7 días dependiendo de la variedad. El cálculo de la Materia Seca (MS) del lúpulo es porcentual y la misma está relacionada con los estándares de calidad pretendidos. El porcentaje de MS objetivo de cosecha, al que se hace referencia en la literatura, ronda el 23%, aunque puede oscilar entre 20% y 23% según variedad.

Junto con la determinación de MS, existe otro método, basado en la experiencia del productor, para determinar la madurez comercial del lúpulo. Este es el método sensorial (mirar, oler y sentir). En combinación, ambos métodos, proveen una buena información sobre cuándo una variedad está lista para ser cosechada.

A los pequeños productores les resultará muy difícil justificar una inversión en equipos automatizados de cosecha. Los equipos de procesamiento son dos de los principales obstáculos que enfrenta el productor de lúpulo a pequeña escala. La recolección semi mecánica aumenta la eficiencia al cosechar unos 500 gr de lúpulo cada 3 minutos, en comparación con los métodos de recolección manual donde para la misma cantidad se necesita 1 hora.

### Cosecha

La cosecha es un período de actividad muy intenso. La recolección manual fue práctica estándar antes que las máquinas cosechadoras de lúpulo fueron inventadas. Sin embargo, los costos laborales

actuales muestran que la cosecha manual no es económica para nadie, impidiendo obtener ganancias bajo este sistema. Los conos maduros deben cosecharse, limpiarse y secarse en el menor tiempo posible para garantizar una calidad óptima. Dependiendo de las variedades plantadas, el período típico de cosecha de lúpulo puede ser de alrededor de unos 30 a 40 días. En Argentina la madurez del lúpulo se produce durante los meses de febrero y marzo.

En todo el mundo los dos métodos utilizados para cosechar lúpulo comercialmente son:

- ✓ Cosecha en el campo: utilizando una cosechadora especialmente diseñada que recorre las filas y separa los conos de las guías in situ. Tanto en los sistemas de estructuras bajas, como en los sistemas tradicionales de espaldera en V, los conos separados entran en un carro tipo contenedor móvil para transferirlos a los galpones de cosecha para finalizar la limpieza, es decir terminar de separar los conos de las hojas.
- ✓ Cosecha fija en galpones: implica cosechar y transferir las plantas enteras (guías) y proceder a separar los conos mediante una máquina denominada “cosechadora estacionaria”. Las plantas se cortan primero en el campo, empezando por la parte de arriba, que está unida al cable superior y luego por la base. Esto se puede realizar ya sea manualmente o usando un cabezal cortador (método mecanizado). En algunos lupulares se usa un cortador tipo “segadora” que se encuentra montado en la parte frontal del tractor. Las plantas enteras se cargan en camiones o carros y se trasladan al galpón. Una vez allí, las guías se colocan en una cadena transportadora que los arrastra (uno a la vez) a través de la cosechadora estacionaria para iniciar la separación de los conos. El resto de la planta (hojas y guías) se tritura y suele llevarse a los cuadros de lúpulo para luego incorporarlos en el suelo.

Uno de los mayores desafíos para los nuevos productores de lúpulo es encontrar equipos de recolección y procesamiento que sean apropiados a la escala de su producción. Actualmente hay fabricantes, que han desarrollado equipos de menor escala para ampliar las posibilidades de las distintas superficies productivas. La productividad de las máquinas recolectoras se mide en velocidad de procesamiento (guías/hora) y eficiencia de recolección de los conos (porcentaje de recuperación). Son dos factores importantes para decidir cuál es la máquina adecuada.

Estas máquinas recolectoras estacionarias varían en tamaño y capacidad. Las marcas más reconocidas a nivel mundial son Wolf (Alemania), Dauenhauer (EE.UU.) y Bruff (Reino Unido). Se trata de tres de las cosechadoras estacionarias más usadas para el proceso de limpieza en galpones. Wolf y Dauenhauer todavía se fabrican, mientras que Bruff ya no (se consiguen usadas). Hay empresas que adquieren cosechadoras usadas Wolf, las reacondicionan y luego las distribuyen en todo el mundo.

### **Secado y enfardado**

Inmediatamente luego de la separación de los conos, los mismos deben secarse. El objetivo del secado es disminuir el contenido de humedad de las flores desde el 75-80 % inicial (viene del campo) hasta 10-12 %, con el fin de facilitar su conservación y posterior procesamiento. Esto se realiza para evitar posibles problemas de deterioro de los conos. La operación de secado se debe realizar lo antes posible. Este proceso de secado generalmente se logra en un tiempo de entre 8-12 horas, luego se enfrían y se comprimen para ser conservados en cámaras de frío.

Se seca en hornos especialmente contruidos con grandes ventiladores que fuerzan el aire limpio y caliente a través del lúpulo. Esta masa de aire caliente ingresa a una cámara debajo de los lúpulos ubicados en la parte superior. Los mismos se disponen sobre una serie de mallas perforadas (no

superando nunca los 50 cm de altura), que actúan como piso y a la vez permiten el paso del aire caliente provisto por una fuente de calor (quemador de gasoil o a gas). El aire limpio caliente se consigue mediante un sistema de transferencia de calor para garantizar que el lúpulo no sea contaminado por humo o gases de escape. El aire calentado pasa a través de los lechos de lúpulo eliminando la humedad a través del techo del horno.

Durante la deshidratación pueden presentarse cambios físico-químicos como la decoloración, pérdida de textura, cambios en la forma física de las flores y pérdida de sustancias volátiles (aceites). Los parámetros más importantes que se deben controlar durante el secado son: el contenido inicial y final de la humedad que puede pasar de un 75-80% hasta un 10-12%; la temperatura que nunca debe ser superior a los 60°C; la uniformidad de los secados; la altura de la capa de lúpulo (se recomienda que esté alrededor de los 50 cm); y, la velocidad del aire que puede variar desde 0,25 a 0,45 m/s.

Es importante respetar los porcentajes finales de humedad ya que, por encima de este objetivo, el lúpulo es propenso a descomponerse y por debajo de este nivel se vuelven quebradizos y sufren aumento de la oxidación, ocasionando importantes pérdidas económicas por merma en la calidad.

Una vez secos todavía hay variabilidad en el contenido de humedad, debido a que el lúpulo del fondo del horno tiende a estar más seco que el de la parte superior de la cama del horno.

El lúpulo seco se apila sobre pisos refrescantes y se dejan reposar durante un período de tiempo (generalmente 24 hs.), permitiendo que la humedad se distribuya en forma homogénea en toda la masa de lúpulo ya que existe una variación significativa en el contenido de humedad dentro del mismo lote. Hay que tener en cuenta que durante el tiempo de acondicionamiento el lúpulo puede ganar entre un 1 y un 2% de humedad.

Una vez acondicionado, es decir que se ha corregido esta variación y se logra un contenido uniforme de la humedad, se comprimen (se hacen fardos) para mejorar su conservación. Se enfarda mediante una máquina con un pistón hidráulico, que los prensa en fardos similares a los de lana, lo más común es que estos fardos contengan entre 80-90 kg de peso. Los mismos son identificados con etiquetas con códigos que contienen toda la información necesaria para darle trazabilidad.

### **Almacenamiento**

Los lúpulos adecuadamente secos y prensados pueden almacenarse en frío durante mucho tiempo, permitiendo su procesamiento y comercialización durante el año posterior a su cosecha. Las condiciones de almacenamiento recomendadas son las siguientes:

-Temperatura: -4,44 °C a -2,22 °C

-Humedad relativa: 70% a 85%

-Periodo de almacenamiento: 12 meses.

La estabilidad en almacenamiento varía según la variedad y se mide por la pérdida de ácidos alfa a lo largo del tiempo. Hay estudios para las variedades de lúpulo que muestran los distintos índices de almacenamiento, información que le da al productor una idea del potencial de almacenamiento de cada variedad. La humedad relativa de la cámara frigorífica es importante, porque si es demasiado



bajo, los lúpulos perderán humedad y peso y si es demasiado alto, el lúpulo absorberá la humedad y el riesgo de pérdida de los aspectos cualitativos se irá incrementando.

**Evaluación de la inversión**

Para cuantificar la inversión se consideran los precios con IVA del equipamiento, las mejoras, los insumos; el salario y combustible vigentes a mayo 2024, los valores en pesos se expresan en dólares utilizando el tipo de cambio oficial de 904,50 \$/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, llevara a un resultado distinto en la evaluación de la inversión.

Para el cálculo del Valor Actual Neto se asume una tasa de corte del 5 % anual en dólares, considerando un horizonte de proyecto de 15 años. En el año quince se suma el valor residual de la inversión, correspondiente al valor remanente de equipos y mejoras, excepto de la plantación de lúpulo que se asume ha llegado a su fin productivo.

La inversión en el año 0 considera la preparación del terreno previo a la plantación, la adquisición de la maquinaria para las tareas de campo y la construcción del galpón para el secado y enfardado.

La inversión en el año 1 incluye la plantación propiamente dicha con la estructura de sostén, los rizomas, las labores culturales y el sistema de riego por goteo (fertirriego). Además, se hace la inversión en el secadero, trilladora y prensa.

Tabla 3- Inversión (USD con IVA)

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1
maquinaria	167.706	
galpón	193.477	
plantación	13.502	312.970
trilladora		96.800
secadero		133.100
prensa		66.550
TOTAL	374.685	609.420

Los egresos anuales de la inversión están constituidos por las labores en el cultivo, el alquiler de la tierra y los egresos en servicios, impuestos, movilidad y gestión del establecimiento.

Las labores del cultivo son el control de malezas, la conducción de la planta, la fertilización, los tratamientos sanitarios, el fertirriego y la cosecha. El egreso correspondiente a las labores, denominado directo porque depende del cultivo, es de 55.030 dólares en el primer año, y a 56.190 dólares/año a partir del segundo año, en la figura 1 se refleja la incidencia de las principales labores culturales.

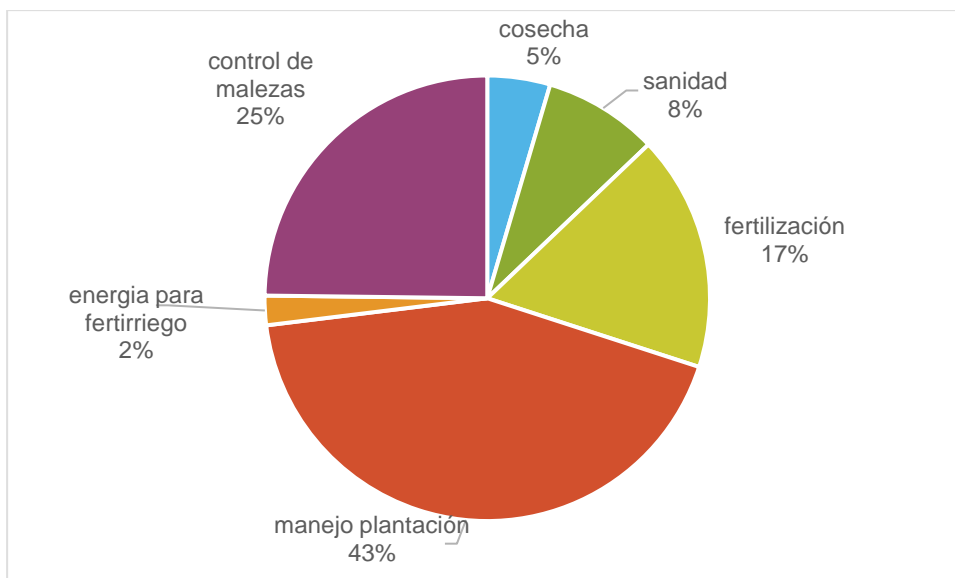


Figura 1- Egresos directos. Incidencia de las principales labores culturales a partir del segundo año

El valor de referencia de alquiler de la tierra es 220 USD/ha año, para un total de 12 has.

Los egresos correspondientes a los servicios, impuestos, movilidad y gestión del establecimiento, denominados indirectos respecto de la actividad productiva, tienen un valor de 9.600 USD/año, en la figura 2 se muestra la incidencia de cada ítem.

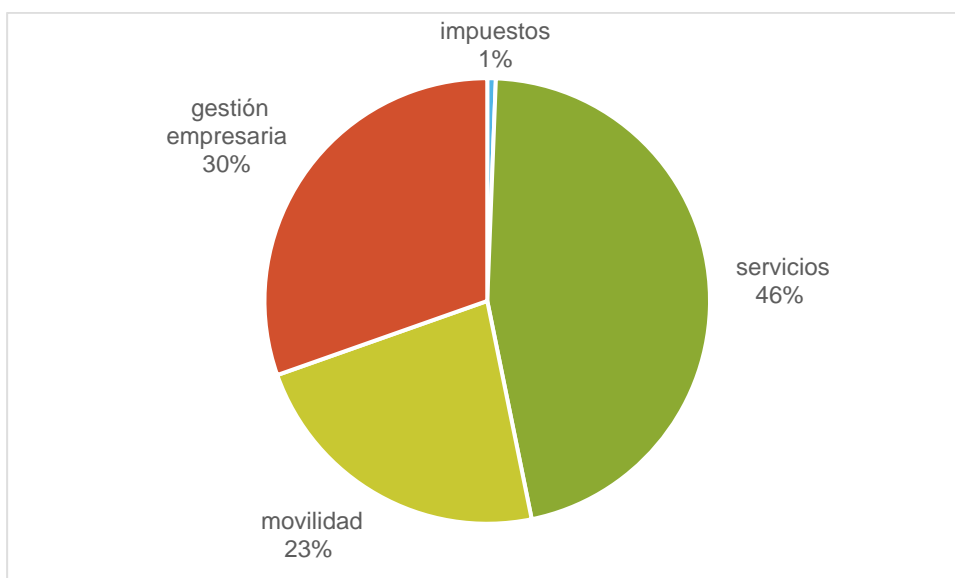


Figura 2- Egresos indirectos- Incidencia de los componentes.

El egreso del proceso de trillado, secado y enfardado y los ingresos por la venta del fardo varían con el volumen cosechado (tabla 4). El valor del proceso de trillado, secado y enfardado es de 3,23 USD/kg. El precio para la flor seca, en fardo, es de 15 USD/kg.

Tabla 4- Producción, ingresos y egresos de secado, trillado y enfardado (USD/año)

AÑO	Producción KG	Ingresos	Egresos de secado, trillado y enfardado
1	5.000	75.000	1.617
2	9.000	135.000	2.911
3	14.000	210.000	4.528
4-15	18.000	270.000	5.821

En la tabla 5 se muestra el flujo de fondos del proyecto de inversión, a partir del cual se calcula la rentabilidad

Tabla 5- Flujo de fondos del proyecto de inversión

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4 al 14	Año 15
INVERSION	374.685	609.420				
INGRESOS		75.000	135.000	210.000	270.000	270.000
EGRESOS PRODUCCION		67.272	68.434	68.434	68.434	68.434
EGRESOS ENFARDADO		1.617	2.911	4.528	5.821	5.821
VALOR RESIDUAL INVERSION						280.947
FLUJO DE FONDOS	- 374.685	- 603.309	63.656	137.039	195.745	476.691

El Valor Actual Neto (VAN) a una tasa de corte del 5% anual en dólares es de 860.694 USD, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14%.

La inversión se recupera entre al año 8 y 9 de realizada.

Los indicadores son positivos por lo que la inversión en las 10 has de lúpulo con el equipamiento necesario es rentable, bajo las consideraciones técnicas y el valor de los factores de la producción considerados en el presente trabajo.

## Bibliografía

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](http://www.uvm.edu/extension/cropsoil/wp-content/uploads/Hop-Harvest-Determinationfactsheet.pdf).

Darby H & Madden R (2012). *The UVM mobile hop harvester.* [www.uvm.edu/extension/cropsoil/wpcontent/uploads/The-UVM-Hop-Harvester-ProjectReport-Drawings.pdf](http://www.uvm.edu/extension/cropsoil/wpcontent/uploads/The-UVM-Hop-Harvester-ProjectReport-Drawings.pdf) University of Vermont, USA.

Eyck LT & 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.

Lizotte E (2015). *The art and science of hop harvest.* [www.msue.anr.msu.edu/news/harvest\\_time\\_approaching\\_for\\_hop\\_growers\\_1](http://www.msue.anr.msu.edu/news/harvest_time_approaching_for_hop_growers_1). Michigan State University Extension, Michigan USA.

Madden R & Darby H (2012). *Hops harvest moisture determination*. [www.uvm.edu/extension/cropsoil/wp-content/uploads/Hop\\_harvest\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.uvm.edu/extension/cropsoil/wp-content/uploads/Hop_harvest_fact_sheet.pdf) University of Vermont Extension Northwest Crops and Soils Program and USD, Vermont, USA.

Neve RA (1991). *Hops*. Chapman and Hall, UK.

Nievas W., Villarreal P., Rosati A., Rodríguez A., Lago J. (2021). *El cultivo del lúpulo*. Ediciones INTA.

Rybáček V (1991). *Hop production*. *Developments in Crop Science 16*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

