

Optimización del rendimiento del lúpulo en la elaboración de cerveza

Miguel Ángel Campos Mota; Román Jesús González Balado

Alumnos de la 56ª promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera impartido por la Universidad de Alcalá (UAH) y la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM).

Este trabajo forma parte del Trabajo Fin de Máster tutorizado por la profesora de Teoría de las Transformaciones Cerveceras, Dª Ana García Martí

Resumen

El lúpulo es una de las materias primas fundamentales para la elaboración de cerveza junto al agua, la malta y la levadura. Actualmente el lúpulo es la materia prima con mayor precio en el mercado y optimizar su uso significaría una notable reducción de costes a nivel industrial.

El presente estudio se centra precisamente en optimizar el uso del lúpulo para poder aumentar su rendimiento. Se utilizó una técnica de reutilización de lúpulo de Dry-hopping de una primera cerveza para extraer amargos en la fase de ebullición de una cerveza posterior. Los resultados mostraron datos muy prometedores en los que se conseguía una extracción de amargos del lúpulo tras Dry-hopping del 83%. Esta técnica es sólo posible mediante elaboraciones de cervezas que posean fase de Dry-hopping, en tales casos los resultados del estudio mostrarían la posibilidad de ahorro de costes en utilización de lúpulo en un 83%.

Abstract

Hop is one of the fundamental raw materials in brewing beside water, malt and yeast. Nowadays, hop is the most expensive raw material in markets and optimizing its use would mean a notable reduction of costs in the brewing industry.

The present study focuses precisely on the optimization of the use of hop to improve its yield. A technique of reusing hops was used in the Dry-hopping of a first beer for extracting bitterness in the boiling phase of a second beer. The results showed a very promising data in which it's possible to get an extraction of bitterness from hops after Dry-hopping of 83%. This technique is only possible through brews that have a Dry-hopping phase, in which cases the results of the study would show the possibility of costs saving in hop reutilization in 83%.

Introducción

El proyecto realizado se sustenta sobre una técnica cada vez más extendida en cervecería como es el Dry-hopping. Esta técnica consiste en la adición de lúpulo directamente en la fase de fermentación y/o posterior a la fermentación.

A diferencia de otras técnicas de adición de lúpulo, el Dry-hopping es una técnica de adición en frío

(Gomes, Guimarães, Ceola, & Ghesti, 2021), por lo que conseguiremos un resultado organoléptico diferente a la adición en caliente, debido a la conservación de compuestos volátiles de aroma como son los aceites esenciales. Por lo tanto, es una técnica orientada a incrementar el aroma a lúpulo y flavor en la cerveza (Lafontaine & Shellhammer, 2018). No obstante, esta técnica aportará compuestos amargos en muy baja concentración al no producirse una reacción físico-química de isomerización de los alfa-ácidos. La adición en caliente, como en ebullición o Whirlpool (Late-hopping), favorece la isomerización de alfa-ácidos en iso-alfa-ácidos (IAA), que aportarán amargor a la cerveza. Pero a su vez,

incrementando la volatilización y pérdida de compuestos de aroma.

La técnica de Dry-hopping puede darse durante la fermentación o posterior a la fermentación (Gerhards et al., 2021), dando diferentes perfiles organolépticos debido a los procesos ya mencionados como puede ser el relacionado con el metabolismo

celular de la levadura.

El Dry-hopping se está utilizando en la industria cervecera

cada vez con mayor intensidad debido a la popularidad que

han ido adquiriendo las cervezas lupuladas (Lafontaine & Shellhammer, 2019), que en la actualidad están tendiendo más hacia potenciar los aromas del lúpulo que el amargor.

Los principales exponentes en su uso en cervecería son las microcervecías o cervecías craft debido a la búsqueda de nuevos tipos de cervezas con intensidades de sabor superiores. Por otro lado, las cervecías convencionales han empezado también a usar este tipo de técnicas siguiendo las tendencias del mercado.

Aunque, como afirmamos, esta técnica está empezando a ser usada con más intensidad por las cerveceras convencionales, los

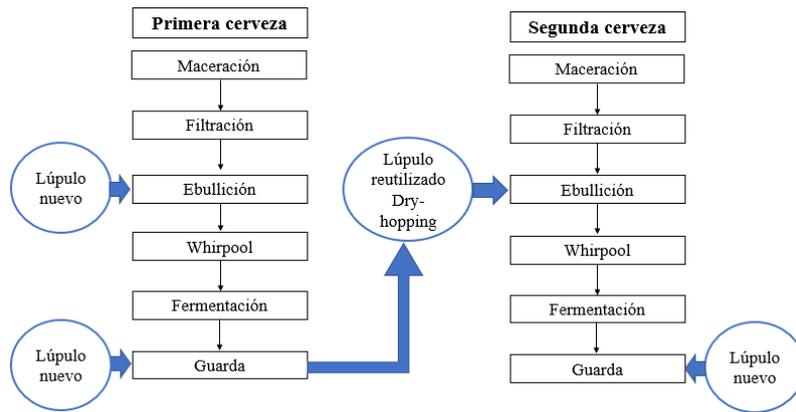


Imagen 1: Diagrama del proceso para la reutilización del lúpulo de Dry-hopping

principales usuarios siguen siendo los cerveceros *craft*. Por lo tanto, a corto plazo, los mayores beneficiados de la técnica que en este estudio se analiza serán las microcervecerías. Pudiendo disminuir mermas y ahorrando capital debido a la maximización del uso del lúpulo en Dry-hopping.

El estudio de la optimización del rendimiento del lúpulo ha estado ligado al sector cervecero desde hace décadas, no obstante, los esfuerzos para encontrar métodos de optimización del lúpulo no han cesado debido a su potencial por explotar. En 2019 se planteó en un artículo que la técnica de Dry-hopping podía ser ineficiente a la hora de extraer compuestos volátiles y no volátiles del lúpulo (Hauser, Lafontaine, & Shellhammer, 2019). Los científicos Dean G. Hauser, Scott R. Lafontaine y Thomas H. Shellhammer (2019) de la Universidad de Oregón presentaron un estudio en el que analizaron el residuo de lúpulo tras Dry-hopping, comprobando a escala piloto que la cantidad de alfa-ácidos remanentes era del 77% y de aceites esenciales del 51%. Sus resultados mostraron que una técnica que supusiera la reutilización del lúpulo tras Dry-hopping no sólo podría ser viable si no que los rendimientos alcanzados en la reutilización podrían ser sustanciales.

Receta

Para elaborar la cerveza de estilo IPA que habíamos pensado, debíamos tener en consideración la capacidad de carga del

filtro prensa que debíamos emplear. Este filtro tiene un valor máximo de malta equivalente de 12 Kg. Por este motivo, la receta se desarrolló teniendo en cuenta este factor.

Los parámetros generales de la receta, que deben quedar dentro de los generales del estilo, se recogen en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor en la cerveza
Extracto Original (°P)	15,9
Extracto Aparente (°P)	4,77
Densidad (g/cm ³)	1,063069
Alcohol en peso (%)	4,8
Alcohol en volumen (%)	6,1
Amargor (IBU)	65
Color (EBC)	22

Tabla 1: Parámetros de la receta de Oro Verde.

Las maltas que se emplearon en la elaboración de la cerveza fueron las siguientes:

Malta Pilsen: empleada como base para la obtención de un alto poder diastásico y facilitar la sacarificación de los azúcares del mosto. Lote: 800475190.

Malta Pale: empleada como malta base, se eligió este tipo de malta para sustituir a la Pilsen. El objetivo de su uso era emplear una

malta base con una menor concentración de precursor de DMS. Lote: Mouterji Dingemans, Pale Ale, MD2019-4609.

Malta Amber: empleada por su color y perfil organoléptico. Lote: Weyermann, Abbey Malt, V261-21122025-01.

Maltas	% en receta	Rendimiento (%)	Color (EBC)	Humedad (%)
Pilsen	45	82,3	6	4,5
Pale	45	83,9	9,3	4,2
Amber	10	73	45	4,1

Tabla 2: Tabla de maltas y su uso en la receta.

Los lúpulos utilizados son la variedad Columbus y la variedad Mosaic. El primero, lúpulo de amargor, y el segundo, lúpulo de aroma.

Columbus: variedad de lúpulo proveniente de Estados Unidos. La proporción de alfa-ácidos de este lote fue del 15,1 % y de beta-ácidos el 4,1 %. Los aromas característicos de este lúpulo son vegetales, resinosos, herbales y frutales. Lote: 4ES20090004.

Mosaic: variedad de lúpulo proveniente de Estados Unidos cuyo uso está muy extendido en cervecaría. La proporción de alfa-ácidos de este lote fue del 11,4 %, de beta-ácidos el 3,5 % y una concentración total de aceites esenciales de 1,7 mL/100g. Los aromas característicos de este lúpulo son herbales, frutales y cítricos. Referencia: p91-dumos4496.

Para calcular los gramos de lúpulo que son necesarios en Dry-hopping para poder obtener amargor en el cocimiento de la posterior cerveza, desarrollamos la siguiente ecuación:

Gramos lúpulo necesarios en DH =

$$\frac{\text{Volumen mosto frío (Hl)} \cdot \text{IBU}}{10} \cdot \frac{100}{\text{Rendimiento isomerización (\%)}} \cdot \frac{100}{100 - \text{Perdida fermentación (\%)}} \cdot \frac{100}{100 - \text{Merma (\%)}} \cdot \% \text{uso receta} \cdot \frac{100}{\text{Extracción de DH (\%)}} \cdot \frac{\% \text{ Alfa-ácidos}}{100}$$

Aplicando esta fórmula, se puede calcular con precisión la cantidad de lúpulo necesario en Dry-hopping para poder obtener los amargos deseados en la ebullición de una cerveza posterior.

La levadura seleccionada para la elaboración de la cerveza fue la SafAle S-33, comercializada por Fermentis. Se seleccionó esta cepa por el perfil organoléptico de ésteres que produce en la fermentación.

Elaboración de la primera cerveza

La primera cerveza se elaboró con todos los lúpulos añadidos por primera vez, tanto en ebullición como en Dry-hopping. El diagrama de maceración (que será el mismo para la segunda) fue el siguiente:

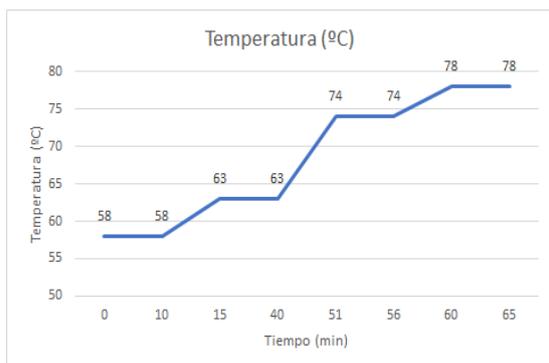


Imagen 2: Diagrama de maceración.

Una vez se filtró el mosto empleando el filtro prensa, se llevó a la caldera de ebullición. Al inicio de la ebullición se añadieron las mezclas de lúpulo. Se pesaron 87,17 g de Mosaic y 66,66 g de Columbus. En nuestro proceso, todo el lúpulo fue añadido al comienzo de la ebullición.

Acabada la ebullición se trasegó el mosto al Whirlpool, donde permaneció durante veinte minutos. Posteriormente se enfrió con un intercambiador de placas y se llevó al fermentador.

Los parámetros controlados en la fermentación fueron los siguientes:

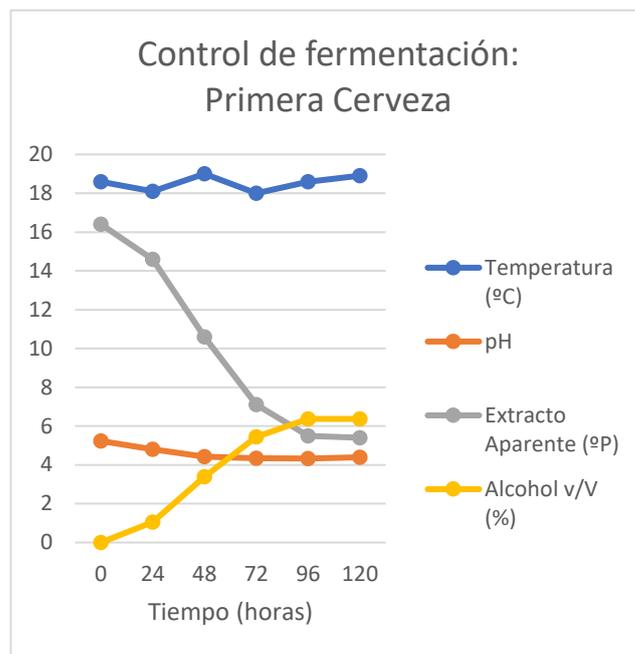


Imagen 3: Controles durante la primera fermentación.

Estas curvas se ajustan a una fermentación cuyo desarrollo transcurrió con normalidad, completando la fermentación a los 4 días, con una atenuación aparente algo baja, del 67%.

Acabada la fermentación, se bajó la temperatura hasta 1°C, se purgó la levadura decantada y se realizó el Dry-hopping. Se adicionaron 125 g de Mosaic y 125 g de Columbus. Por ello, la concentración de lúpulo empleada en Dry-hopping fue de 6,4 gramos de lúpulo por litro de cerveza.

Tras 48 horas de Dry-hopping se elaboró la segunda cerveza. De esta forma, al comenzar la ebullición de ésta se realizó la purga del lúpulo del Dry-hopping de la primera y se añadió al hervidor.

Elaboración de la segunda cerveza

En esta segunda cerveza se replicaron los parámetros de elaboración, salvo por el lúpulo usado en ebullición.

Durante la maceración, el tiempo de empaste fue de diez minutos, el macerado se realizó en una hora y la prueba del yodo mostró la sacarificación completa del mosto.

El tiempo total de filtración fue de 95 minutos en filtro prensa. Se obtuvieron 57 litros de mosto filtrado, con un extracto final de 15°P.

El lúpulo añadido en ebullición fue reutilizado del Dry-hopping de la anterior cerveza.



Imagen 4: Recuperación del lúpulo del Dry-hopping de la primera cerveza



Imagen 5: Adición del lúpulo del Dry-hopping de la cerveza anterior.

Todo el lúpulo de amargor fue recuperado del Dry-hopping de la cerveza anterior. Por ello, en esta segunda cerveza sólo se empleó lúpulo nuevo en el proceso de Dry-hopping. El tiempo de residencia del mosto en el Whirlpool fue de quince minutos. El volumen de *trub* obtenido fue de 8,5 litros. Por ello, el volumen de mosto de entrada al enfriador fue de 52 litros.

La temperatura del mosto a la salida del enfriador de placas fue de 18 °C. Durante el enfriamiento se oxigenó el mosto en línea.

Los resultados de esta elaboración, en la que no se añadió lúpulo nuevo en el hervido fueron:

Parámetro	Resultado
Extracto Original (°P)	15,3
pH	5,09
Color (EBC)	19,2
IBU	100,4

Tabla 3: Parámetros de mostro frío de la segunda cerveza

Destacamos la obtención de amargor sin la adición de lúpulo nuevo. Todo el lúpulo que se añadió en esta ocasión fue el recuperado del Dry-hopping de la cerveza anterior.

El tiempo de fermentación principal fue de 96 horas, la temperatura oscilando entorno a los 19 °C y el tanque a presión atmosférica. Para la inoculación de la levadura, primero se rehidrató. Este proceso se realizó llevando a agitación 11,5 gramos de levadura en 300 mL de agua estéril durante media hora. Se realizó una purga de levadura a las 24 horas.

Los parámetros controlados en la fermentación fueron los siguientes:

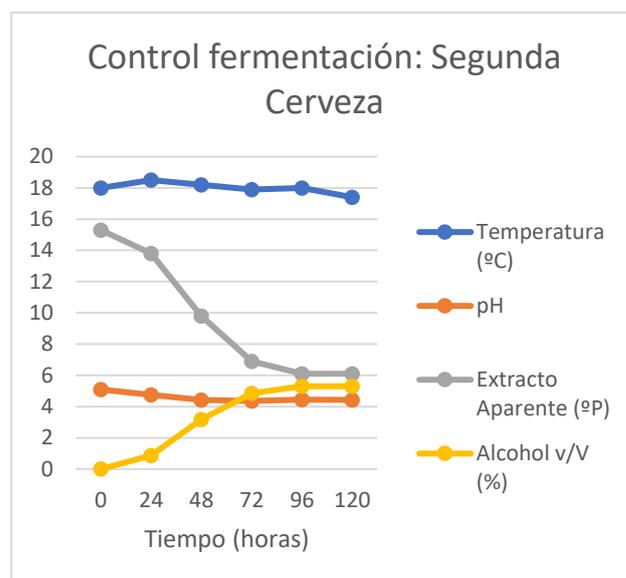


Imagen 6: Controles durante la segunda fermentación.

La guarda comenzó con una bajada a 0 °C a las 120 horas del inicio de la fermentación. Esta temperatura se mantuvo constante hasta el final de la guarda. Tras 24 horas en guarda, se sometió al tanque a una contrapresión 0,5 bar para facilitar la disolución del CO₂ en la cerveza.

Tras 72 horas desde el comienzo de la guarda, se realizó el Dry-hopping. Se adicionaron 125 g de Mosaic y 125 g de Columbus. Por ello, la concentración de lúpulo empleada en Dry-hopping fue de 5 gramos de lúpulo por litro de cerveza. El tiempo de permanencia del lúpulo dentro del fermentador fue de 96 horas y el método de extracción fue una purga con contrapresión de 1 bar con CO₂.

Manteniendo la contrapresión, se dio el trasiego hacia el BBT tras 14 días de guarda.

Tras realizar la elaboración, se realizaron los cálculos del rendimiento de extracción de alfa-ácidos del Dry-hopping. Para ello, se requiere realizar dos cálculos. El primer cálculo es del rendimiento de isomerización en la ebullición de nuestro proceso. De esta forma, calculamos:

- Se añadieron 87,17 g de Mosaic, con una concentración de alfa-ácidos del 11,4 %. Por ello, se añadieron 9,94 g de alfa-ácidos provenientes de Mosaic al hervidor.
- Se añadieron 66,66 g de Columbus, con una concentración de alfa-ácidos del 15,1 %. Por tanto, provenientes de Columbus se añadieron 10,07 g de alfa-ácidos al hervidor. En total se incorporaron 20,01 g de alfa-ácidos en la ebullición de la primera cerveza.
- Los datos de mosto frío de la primera cerveza relevantes para este cálculo son el volumen y el amargor. El volumen de mosto frío que se obtuvo fue de 44,5 litros y el amargor de 85,2 IBU. Con los datos de mosto frío se puede obtener la masa de iso-alfa-ácidos que se encuentran disueltos en el mosto.

- La cantidad de iso-alfa-ácidos (IAA) disueltos es:

$$\begin{aligned} \text{Volumen mosto frío (L)} * [\text{IAA}] \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 10^{-3} &= \text{gramos de IAA} \\ 44,5 \text{ (L)} * 85,2 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 10^{-3} &= 3,79 \text{ g de IAA} \end{aligned}$$

- Conociendo los gramos de iso-alfa-ácidos presentes en el mosto y los gramos de alfa-ácidos añadidos en ebullición se puede extrapolar el rendimiento de isomerización de los alfa-ácidos. Para ello se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\frac{20,01 \text{ g AA}}{3,79 \text{ g IAA}} = \frac{100 \%}{X \%} \Rightarrow X = 18,94 \%$$

- Por tanto, el rendimiento de isomerización de alfa-ácidos de nuestro proceso es del 18,94 %.

El rendimiento de extracción de los alfa-ácidos provenientes del lúpulo de Dry-hopping podemos obtenerlo conociendo el rendimiento de isomerización, que en este punto ya se conoce. Para calcular el rendimiento de extracción del Dry-hopping:

- Se añadieron 125 g de Mosaic, con una concentración de alfa-ácidos del 11,4 %. Por ello, se añadieron 14,25 g de alfa-ácidos provenientes de Mosaic al fermentador.
- Se añadieron 125 g de Columbus, con una concentración de alfa-ácidos del 15,1 %. Por tanto,

provenientes de Columbus se añadieron 18,87 g de alfa-ácidos al hervidor.

- En total se incorporaron 33,125 g de alfa-ácidos en la guarda de la primera cerveza.
- Los datos de mosto frío de la segunda cerveza relevantes para este cálculo son el volumen y el

$$\frac{33,125 \text{ g AA}}{27,64 \text{ g AA}} = \frac{100 \%}{X \%}$$

$$X = 83,45 \% \text{ de rendimiento de extracción}$$

amargor. El volumen de mosto frío que se obtuvo fue de 52 litros y el amargor de 100,56 IBU.

- Con los datos de mosto frío se puede obtener la masa de iso-alfa-ácidos que se encuentran disueltos en el mosto.
- La cantidad de iso-alfa-ácidos disueltos es:

$$\text{Volumen mosto frío (L)} * [\text{IAA}] \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 10^{-3} = \text{gramos de IAA}$$

$$52 \text{ (L)} * 100,56 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 10^{-3} = 5,23 \text{ g de IAA}$$

- Conociendo los gramos de iso-alfa-ácidos presentes en el mosto y el rendimiento de isomerización de nuestro proceso, se puede calcular la masa de alfa-ácidos que fueron añadidos al hervidor en la segunda elaboración:

$$\frac{5,23 \text{ g IAA}}{X \text{ g de AA}} = \frac{18,94 \%}{100 \%} \Rightarrow X = 27,6 \text{ g de AA}$$

- Conociendo la cantidad inicial de alfa-ácidos incorporados en el Dry-hopping de la primera cerveza y los alfa-ácidos que fueron añadidos a la ebullición de la segunda cerveza, podemos extrapolar el rendimiento de extracción de alfa-ácidos del lúpulo de Dry-hopping:

$$\frac{33,125 \text{ g AA}}{27,64 \text{ g AA}} = \frac{100 \%}{X \%}$$

$$X = 83,45 \% \text{ de rendimiento de extracción}$$

- Por tanto, el rendimiento de isomerización de alfa-ácidos de nuestro proceso es del 83,45 %.

También se analizaron los datos de amargos obtenidos por HPLC, analizados por el Laboratorio de Cromatografía de Mahou-San Miguel en Alovera. A estos resultados de la primera y segunda cerveza antes de realizar el Dry-hopping se les aplicó un test ANOVA para evaluar su diferencia estadística.

Los resultados del ANOVA muestran que no existe diferencia estadística entre ambas cervezas antes de realizar los respectivos Dry-hopping. Por tanto, no existen diferencias entre los compuestos de amargor entre ambas cervezas, aunque a la segunda se le añadió exclusivamente lúpulo reutilizado. Este dato requiere de estudios posteriores para aumentar el tamaño

muestral y confirmar los resultados con una probabilidad estadística mayor al 95%.

Estudios posteriores

Estudio del amargo contenido en la levadura:

Se quiso hacer un estudio complementario, en el que se estudiara el posible aporte de amargos en nuestra técnica por factores adicionales al lúpulo reutilizado.

Se obtuvo diferentes muestras de la purga de levadura efectuada antes de la adición de lúpulo en Dry-hopping de la segunda cerveza.



Imagen 7: Diferentes muestras de la prueba de amargos contenidos en la levadura. Muestra 1: Blanco, pellet de lúpulo conocido; Muestra 2: purga directa; Muestra 3: fase líquida centrifugación; Muestra 4: fase sólida centrifugación; Muestra 5: fase líquida vacío; Muestra 6: fase sólida vacío

Las muestras comprendían: una fracción de la purga sin procesar; la fracción líquida y sólida, tras procesar una fracción de purga por centrifugación; y la fracción líquida y seca, tras procesar una fracción de purga tras filtración por filtro de porcelana al vacío.

Se desarrollaron mostos en los que se introdujeron dichas muestras. Se procedió a la ebullición de estos durante 1 hora con el objetivo de medir posteriormente la concentración de iso-alfa-ácidos mediante



Imagen 8: Ebullición de las pruebas de amargos contenidos en levadura.

espectrofotometría.

Adicionalmente se realizó una cata organoléptica de los mostos con 4 catadores.

Los resultados obtenidos de este experimento se comentan a continuación:

Los resultados mostraron que la levadura obtenida de la purga contuvo 5 veces más amargos que los encontrados en la cerveza. Este dato varía según la cepa de levadura usada. La levadura usada retenía más amargos de lo normal, dando mermas superiores al 40% durante la fermentación.

No obstante, los datos organolépticos de la cata mostraron que los diferentes mostos con muestra de levadura reciclada aportaron aromas azufrados. Esto es debido a los procesos de autólisis sufridos por la levadura durante su sedimentación en el fermentador

antes de su purga. Por lo que, no se aconseja el reciclado de levadura para aportar amargor en la fase de ebullición de una cerveza posterior. Igualmente, se recomienda la purga de levadura antes de la adición de lúpulo en Dry-hopping, de modo que la masa de levadura contenida en el residuo de lúpulo a reutilizar sea la menor posible.

Estudio de almacenamiento de Dry-hopping:

Se quiso también investigar la retención de alfa-ácidos en el lúpulo tras el Dry-hopping. Complementado con un análisis de la capacidad de conservación de las muestras tras 6 días en ciertas condiciones.

Primero se midió este parámetro en la muestra de lúpulo purgado in situ.

El proceso se realizó centrifugando la muestra a 3000 rpm durante 20 minutos para separarla de su fase líquida.



Imagen 9: Preparación de las muestras para su centrifugación.

La fase sólida de lúpulo conseguida se llevó a hornos de desecación por 3 horas.



Imagen 10: Almacenamiento del lúpulo con barrido de carbónico.

Por otra parte, una fracción del residuo de lúpulo purgado fue recogida en un vidrio, purgada con CO₂ para preservarla de la oxidación y refrigerada a 4°C durante 6 días.

Tras estos parámetros de conservación se procesó la muestra mediante el mismo proceso que la muestra in situ. Salvo por un mejor proceso de desecación de esta muestra.



Imagen 11: Proceso de secado del lúpulo.

Los resultados de ambos estudios se recogen a continuación:

La muestra medida in situ tras la purga de lúpulo no dio un resultado concluyente ya que la humedad encontrada en la muestra tras la desecación fue excesiva, del 40%. Por lo que los datos obtenidos pueden no ser significativos. Sin embargo, la muestra

conservada durante 6 días sí dio resultados significativos, ya que su desecación en los hornos fue correcta, con un 6% de humedad en la medición.

El resultado de ésta última fue un rendimiento de retención de alfa-ácidos del 72,9%. Este dato puede tomarse como un éxito en términos de conservación. Tomando los datos obtenidos por Hauser et al. (2019) en el que obtuvieron un rendimiento del 77%, suponiendo que nuestro rendimiento original fuera similar, podemos afirmar que la conservación del lúpulo tras el Dry hopping durante 6 días en dichas condiciones de refrigeración, ausencia de oxígeno y desecación, ha dado lugar a una pérdida de rendimiento muy leve.

Este rendimiento obtenido ha tenido en cuenta las posibles oxidaciones y mermas acontecidas durante el proceso de desecación de laboratorio, lo cual puede hacer suponer un rendimiento superior en la muestra antes de su procesado.

Conclusiones

Con todos los datos analizados y discutidos, concluimos que la hipótesis inicial de la reutilización del lúpulo del Dry-hopping de una cerveza para aportar amargos a una posterior es correcta. En nuestro caso se obtuvo un rendimiento superior al 83%.

Esta técnica se podría emplear tanto con lúpulos de amargor como de aroma.

Existe similitud organoléptica entre una cerveza con lúpulo nuevo y otra con lúpulo recuperado.

Recomendamos el uso de tanques cilindro-cónicos para realizar esta metodología, ya que facilitan la extracción del lúpulo del Dry-hopping, minimizando las mermas del proceso. También se recomienda la purga de levadura previa al Dry-hopping, de tal manera que no interfiera en la percepción organoléptica del mosto posterior por la lisis de las células y liberación de sustancias intracelulares que pueden derivar en *off-flavors*.

Se puede realizar esta técnica en continuo, aplicándola a sucesivas elaboraciones de cervezas sin variar el perfil organoléptico de las mismas.

A nivel industrial, esta técnica supone un ahorro de costes cercano al 80% en materias primas (lúpulo de ebullición). También se puede aumentar con la conservación de la purga de Dry-hopping en un tanque buffer con refrigeración y atmósfera anóxica por barrido de CO₂.

Etiquetado

El etiquetado está sujeto al Reglamento UE N.º 1169/2011. En este reglamento se establecen los mínimos de información de carácter obligatorio que se deben presentar en el etiquetado de un alimento.

A continuación, se muestra el etiquetado diseñado para la cerveza siguiendo el citado reglamento:



Maridaje

Las cervezas forman parte de la gastronomía, y su riqueza de estilos conforma una variedad de sabores que pueden complementarse con otros alimentos. Aquí nace el concepto de maridaje. Nuestra elección es una cerveza IPA, una cerveza altamente lupulada que

Imagen 12: Etiqueta de Oro Verde

aporta notas amargas con aromas herbales y frutales.

Maridaje por similitud: Ensalada de endivias con bacalao y pimientos.

Este maridaje busca realzar los sabores amargos y herbales. La endivia, los pimientos y la aceituna negra aportan matices amargos que combinan con el amargor del lúpulo de la cerveza. A la vez la endivia complementa los aromas herbales de la cerveza además de aportar frescor en boca.

Maridaje por contraste: Queso curado de oveja bañado en aceite de oliva virgen extra y membrillo con nueces. Este maridaje busca un contraste con los sabores amargos y aromas herbales de la cerveza. Los sabores elegidos para este contraste son el dulce, aportado por el membrillo, y el picante y umami aportado por el queso curado. Estos sabores reducirán la intensidad del amargor aportado por la cerveza mientras los complementan. El aceite aportará una textura grasa y ayudará también a la reducción del amargor.

Maridaje geográfico: Pollo Tikka Masala. El plato Tikka Masala es un plato típico de Gran Bretaña con origen culinario en Bangladesh. Se ha elegido este plato en referencia al estilo de cerveza, India Pale Ale, que se remonta a la época colonial británica en la India cuando las cervezas debían de lupularse en mayor cantidad para poder resistir los largos trayectos desde las islas británicas hacia sus colonias de la India.

A nivel organoléptico, este plato británico-bangladesí marida con nuestra cerveza contrastando los sabores picantes de las especias y umami de la carne con el amargo de la cerveza. De esta manera, los sabores amargos de la cerveza se amortiguan combinándose con los sabores del plato.

Por lo tanto, este plato no sólo marida con nuestra cerveza por razones gastronómicas, sino también por un vínculo histórico-geográfico.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los profesores de la Universidad de Alcalá y de la Escuela Superior de Cerveza y Malta habernos mostrado de forma tan cercana y sincera sus conocimientos y experiencias. Nos gustaría hacer una mención especial para: Ana García Martí, Antonio Fumanal, Marta García y María Felisa Bartolomé.

Agradecer también de forma especial a Esther por ayudarnos en las pruebas y elaboraciones en la planta piloto, persona indispensable.

También queremos agradecer al departamento de análisis cromatográfico de Mahou-San Miguel en Alovera la realización de los análisis de HPLC en nuestras muestras de lúpulo, imprescindibles para el desarrollo del TFM.

Agradecer también la colaboración de nuestros compañeros de promoción, en todo momento disponibles y atentos a nuestras necesidades tanto como grupo como personales.

Gracias a todos por vuestro apoyo y colaboración.