

# INFLUENCIA DE LA FILTRACIÓN EN CERVEZAS LUPULADAS EN SECO

## Cambio del aroma y sustancias amargas incorporadas por el lúpulo tras la filtración clásica de cerveza

*El lupulado en seco se popularizó no solamente con el auge de las cervezas artesanales de los últimos años. Las nuevas variedades de lúpulo, que aportan aromas especiales a la cerveza, también se pueden utilizar de manera óptima. El objetivo del lupulado en seco es otorgar a las cervezas un aroma de lúpulo especial. No obstante, los aromas y sustancias amargas incorporadas de este modo sufren modificaciones continuas: desde el momento de la dosificación en el área fría, hasta el almacenamiento en el envase. También la filtración juega en este sentido un rol importante, que se describirá a continuación.*

**C**lásicamente, en el marco de la producción de cerveza los lúpulos o los productos de lúpulo se agregan durante el proceso de cocción del mosto. La mayoría de los aromas incorporados se evaporan, y algunos compuestos característicos de las cervezas de lupulado tardío, como el linalol, permanecen en la cerveza terminada. El lupulado en la sala de cocción tiene el objetivo principal de ajustar el amargor de la cerveza.

Con el lupulado en seco es exactamente lo contrario, ya que esta tecnología también está diseñada para incorporar sustancias aromáticas altamente volátiles para dar a la cerveza un aroma de lúpulo mucho más intenso y pronunciado. Para algunos estilos de cerveza (p. ej., India Pale Ale), esto es parte de la receta, pero incluso con los tipos de cerveza clásicos hoy en día se experimenta mucho con el lupulado en seco. La mayor parte

de las cervezas lupuladas en seco se comercializan sin filtrarlas. Sin embargo, en algunos países se consumen preferencialmente cervezas filtradas. Además, una turbidez homogénea es una característica de calidad, que coloca a los cerveceros que producen cervezas lupuladas en seco ante nuevos desafíos, entre otras cosas, para garantizar una calidad de producto consistente dentro de la fecha de caducidad especificada. Por este

**Tabla 1: Visión general de los sistemas de filtración de V1 y V2**

	<b>V1 (filtración con tierra infusoria)</b>	<b>V2 (filtración estéril)</b>
Sistema de filtración	Filtro de velas con tierra infusoria	Filtro de placas
Fabricante del filtro	Bucher Filtrix Systems	Eaton Technologies
Tipo de filtro	Filtro de velas SYNOX PF-100 (0,07 m <sup>2</sup> )	BECO COMPACT® PLATE 200 SF-E (0,22 m <sup>2</sup> )
Rendimiento específico de la filtración	> 2,5 hl/m <sup>2</sup> h	> 1,1 hl/m <sup>2</sup> h
Rendimiento efectivo de la filtración	0,2 hl/h	0,2 hl/h
Medio auxiliar de filtración/placas	Tierra infusoria gruesa: BECO 3500	Placas
	Tierra infusoria fina: BECO 200	BECOPAD 170, 0,2-0,4 µm
Toma de muestra en la entrada del filtro	Producto no filtrado del tanque de reposo	Ø muestras de V1 durante 3 horas
Toma de muestra en la salida del filtro	Ø muestras durante 3 horas	durante 3 horas: 1/hora

motivo, las cervezas lupuladas en seco actualmente se filtran cada vez más. En última instancia, la filtración también se puede utilizar deliberadamente para controlar las características del aroma de la cerveza original. En el marco del trabajo presentado se examina cómo la tierra infusoria clásica y la filtración de esterilización pueden afectar al aroma y las sustancias amargas agregadas a las cervezas lupuladas en frío.

## Ensayos previos

En estudios a escala comercial, en la filtración de cerveza clásica se han encontrado pérdidas de aroma de más de un 80%. Por ejemplo, una caída del mirceno desde 440 µg/l en el tanque de reposo a menos de 75 µg/l en la cerveza filtrada resultó en un cambio drástico en el aroma perceptible de forma sensorial. Se observaron disminuciones similares con cariofileno o humuleno, pero otras sustancias aromáticas como linalol o terpineol se mantuvieron casi sin cambios y no se vieron afectadas por la filtración. Otros óxidos de monoterpeno, como el geraniol y el citronelol, mostraron el mismo comportamiento. En estas filtraciones se emplearon un filtro de placas con tierra infusoria y filtro de placas para filtración estéril. Además, se estabilizó con gel de sílice y con PVPP. La cerveza se analizó solo al final de la cadena de filtración. Debido a los cambios observados, se han examinado más de cerca los medios auxiliares de filtración habituales y su influencia en el aroma y amargor de las cervezas lupuladas en seco.

## Ensayos principales

Los ensayos principales muestran la influencia de la tierra infusoria en la filtración y, aguas abajo, de la celulosa en la filtración estéril sobre el aroma y las sustancias amargas del lúpulo. Para ello se realizaron ensayos de filtración en escala piloto. El proceso de filtración de dos etapas se siguió y analizó durante todo el período de tiempo, en distintos momentos. Las etapas parciales V1 y V2 de la estructura del ensayo se describen en la tabla 1.

El filtrado obtenido en V1 se homogeneizó nuevamente con filtración

**Tabla 2: Dosificación de lúpulo y datos de referencia de la cerveza del ensayo**

Pale Ale con la variedad de lúpulo ZU 09326		
Dosificación de lúpulo	Inicio de la cocción (g α/hl)	8,0
	Whirlpool (g α/hl)	6,0
	Lupulado en seco (g pellets tipo 90/hl)	250
Análisis	Mosto original (%)	12,4
	pH	4,54
	Contenido de alcohol (%vol.)	5,5

**Tabla 3: Métodos analíticos para sustancias aromáticas y de amargor**

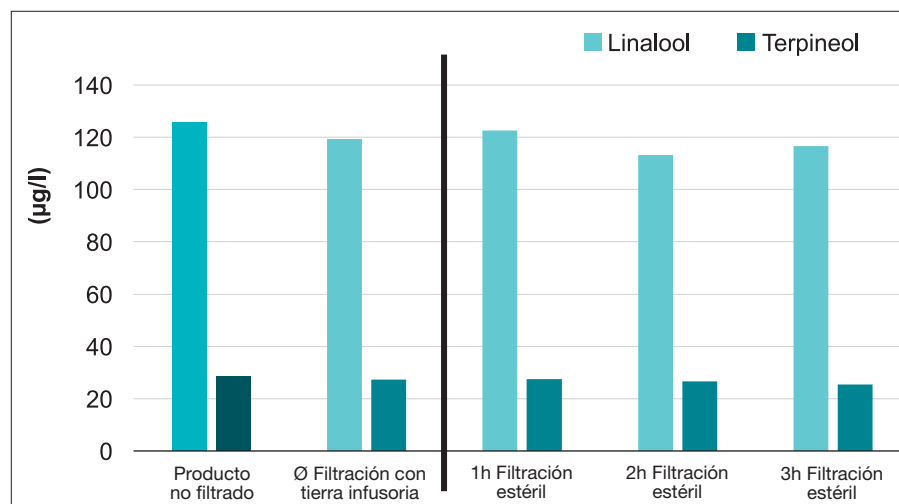
Principio	Componente(s)	Método
Espectrofotometría	Unidades de amargor	EBC 9.8
HPLC	iso-α-ácidos	EBC 9.47
HPLC	α-ácidos	método propio de la casa, estándar de calibración ICE 4
GC-MS	Linalool, terpineol, mirceno	método interno de la casa [9]

de tierra infusoria y a seguir se utilizó para V2. Todos los ensayos de filtración se realizaron con una cerveza básica lupulada en seco, no filtrada, al término de un reposo de dos semanas. En la tabla 2 se tiene una visión general del Pale Ale utilizado. Los métodos analíticos empleados para las sustancias amargas y aromáticas están listados en la tabla 3.

## Resultados

La figura 1 muestra los resultados de los óxidos de monoterpeno lina-

lool y terpineol mencionados arriba. Las concentraciones respectivas permanecen prácticamente constantes tanto para V1 como también para la duración de V2. Los valores iniciales en la cerveza no filtrada del tanque de reposo, con observancia de una tolerancia analítica de un 10%, en las concentraciones medidas pueden considerarse idénticos. De este modo, en estos ensayos de los grupos de sustancias aromáticas de los óxidos de monoterpeno no se observó ninguna modificación debida a la filtración. Para el grupo de los monoterpenos, la curva del mirceno en



**Fig. 1: Linalool y terpineol en la cerveza con filtración con tierra infusoria (izq.) y filtración estéril (der.)**

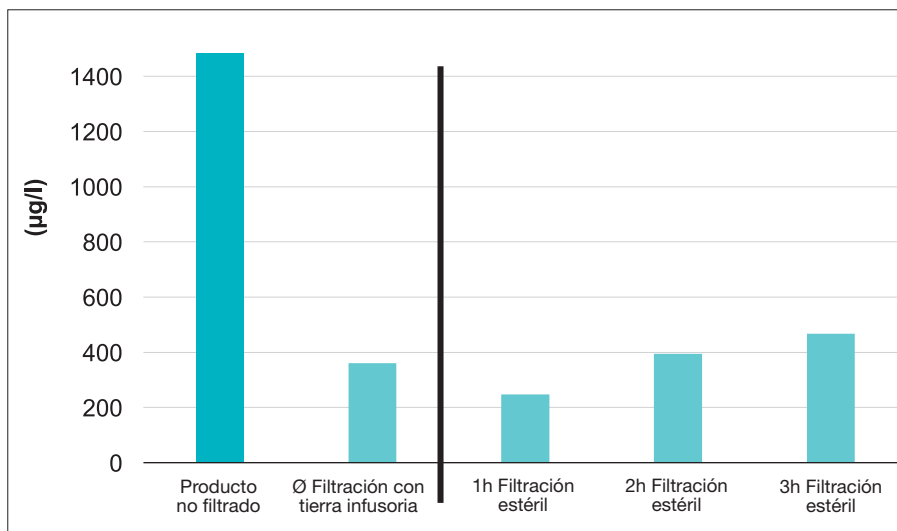


Fig. 2: Mirceno en la cerveza con filtración con tierra infusoria (izq.) y filtración estéril (der.)

la figura 2 es representativa. Otras sustancias aromáticas, como los sesquiterpenos, cariofileno o humuleno, mostraron el mismo comportamiento, aunque para la cerveza examinada aquí, a un nivel sensorial poco relevante y mucho más bajo.

En V1, la filtración con tierra infusoria mostró una reducción drástica de más de un 75% del mirceno medido en la cerveza sin filtrar. Aunque todavía existía una concentración sensorialmente relevante en la cerveza después de la filtración con tierra infusoria [1], este paso del proceso implica mismo así un cambio sensorial masivo en la cerveza. Dado que el efecto de adsorción de la tierra infusoria es muy bajo [2], existen aquí otros fenómenos que aún no se pueden explicar completamente. Seguramente, parte de la

disminución en la concentración de mirceno se debe a su unión a las células de levadura y a su eliminación [3, 4].

Al observar el desarrollo temporal de la filtración estéril en V2, de hora en hora se verifica un aumento en el mirceno. Aquí, la celulosa de las placas de filtración estéril muestra un comportamiento de adsorción de esta sustancia aromática volátil no polar, como se describe de manera similar para los polifenoles de la cerveza [5] y la filtración de vinos blancos [6]. Después de un primer momento de absorción en la placa filtrante (0 a 1 hora), se produce su saturación después de aprox. dos horas. La mayor concentración de mirceno después de tres horas por encima del valor promedio de la cerveza de partida, se puede explicar con los golpes de ariete detec-

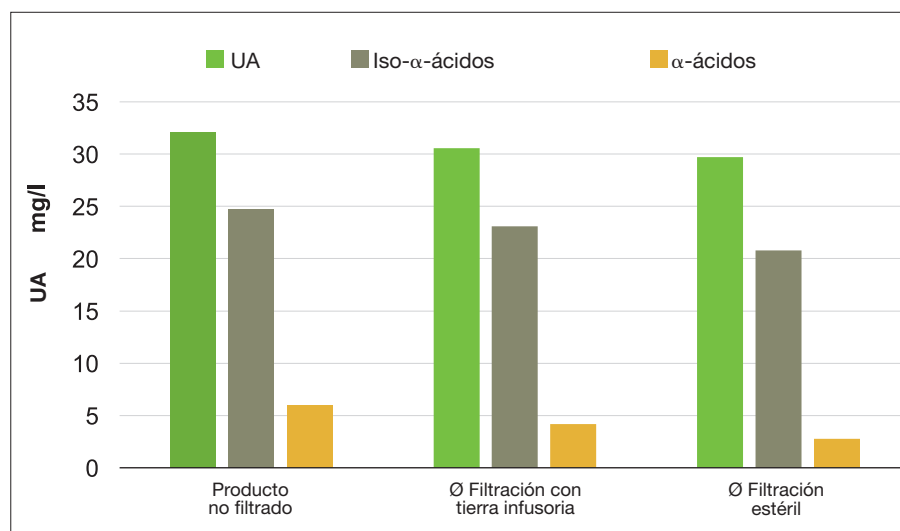


Fig. 3: Sustancias amargas en la cerveza con filtración con tierra infusoria (izq.) y filtración estéril (der.)

tados al final de la filtración. También se observó un comportamiento análogo con los sesquiterpenos, algunas cetonas y aldehídos alifáticos, que también se analizaron en esta serie de experimentos (no están representados). Debido al aumento de las concentraciones en el transcurso de varias horas de filtración, se puede esperar una formación de capas en el tanque de presión aguas abajo. El llenado posterior de esta cerveza no homogénea y filtrada puede conllevar diversos grados de aroma de lúpulo al principio o al final del envasado dentro de un lote de producción.

Los resultados analíticos de las sustancias amargas están resumidos en la figura 3. En esta se observa que el contenido de iso-alfa-ácidos y también de alfa-ácidos a través de ambas etapas de filtración disminuyó solo levemente. En la suma de los iso-α-ácidos se observó una diferencia de casi 4 mg/l, y en los α-ácidos solo levemente menor. Como consecuencia de estas dos reducciones, también disminuyeron las unidades de amargor no específicas desde un valor de 32 UA a un valor algo inferior a 30. Una observación más exacta de los puntos de medición por hora de V2 (no mostrados) muestra una caída al comienzo de la filtración con placas estériles solo para los alfa-ácidos, seguido de un ligero aumento con el tiempo. Debido a la baja solubilidad de los alfa-ácidos, estos también siguen el desarrollo de la concentración de las sustancias aromáticas consideradas en esta serie de ensayos:

1. Adsorción al inicio de la filtración;
2. Saturación a lo largo del tiempo;
3. Aumento a como mínimo el contenido original antes de la filtración estéril.

## Resumen

En los ensayos se muestra el comportamiento de las sustancias aromáticas y de amargor de una cerveza con lupulado en seco, durante la filtración con tierra infusoria y con filtración estéril. Junto con la disminución en la concentración de importantes sustancias aromáticas en cantidades muy diferentes, otras sustancias aromáticas permanecieron en la cerveza sin nin-

guna modificación. También las sustancias amargas tuvieron leves pérdidas, que eventualmente pueden compensarse en la sala de cocimiento.

Debido a la adsorción y saturación en la última etapa de filtración estéril, a lo largo de la filtración se generan diferencias en la concentración. En consecuencia, no se puede descartar la falta de homogeneidad dentro de un lote filtrado.

Dado que una cerveza lupulada en seco sufre modificaciones de aroma también en envase terminado [7, 8], en el que se pierden especialmente los mono y sesquiterpenos volátiles, la concentración de estas sustancias aromáticas relevantes puede reducirse previamente con la filtración y, por consiguiente, mejorar así la estabilidad organoléptica del producto envasado. Al mismo tiempo, el aroma típico de una variedad de lúpulo puede manipularse mejor.

En el Boletín Informativo 10-2016, en [www.hopsteiner.de](http://www.hopsteiner.de), también puede encontrarse una descripción general del comportamiento de ciertos aromas de lúpulo durante la filtración.

## Agradecimiento

Muchas gracias al profesor Dr. Martin Krottenthaler y su equipo, así como a Alexander Stallforth, por la cooperación y la realización de los ensayos en la cervecería piloto de la Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. □



*Frank Peifer*

Director Técnico  
Europa, Hopsteiner,  
Mainburg



*Sandro Cocuzza*

Jefe de Soporte  
Técnico, Hopsteiner,  
Mainburg

## Bibliografía

- [1] Biendl, M. u.a.: Hopfen – Vom Anbau bis zum Bier, Fachverlag Hans Carl, 2012
- [2] Narziss L., Back W., Gerstl M.: Abriss der Bierbrauerei, 8. Auflage, 2007
- [3] Kishimoto, T: A new insight for controlling the hop flavor using hydrophobicity of yeast cell surface, Poster EBC, Luxembourg, 2013
- [4] Haslbeck K., u.a.: On the fate of b-myrcene and monoterpene alcohols during fermentation, SzTF, Krakau Polen, 2018
- [5] Peifer F.: Bierstabilisierung im Kontaktverfahren, Diplomarbeit TUM-Weihenstephan, Lehrstuhl für Technologie der Brauerei II, 1996
- [6] Hochwertige Weißweine: Qualität durch Minimalbehandlung, abgerufen am 13.09.2018 unter: [www.schneider-oenologie.com/downloads/Minimalbehandlung.AT.doc](http://www.schneider-oenologie.com/downloads/Minimalbehandlung.AT.doc)
- [7] Wietstock, P: Characterization of the Migration of Hop Volatiles into Different Crown Cork Liner Polymers and Can Coatings, J. Agric. Food Chem., 2016
- [8] Cocuzza, S.: Dry Hopping – experiences and advices, Vortrag Craft Beer China, Shanghai, 2017
- [9] Schmidt, C., Biendl, M.: Determination of hop aroma compounds in beer using Headspace-Trap GC-MS, Poster Trends in Brewing, Ghent, 2014