

Antecedentes y situación actual del proceso de enriquecimiento de lupulina en la peletización del lúpulo.

Adrian Forster, Florian Schüll y Andreas Gahr

Introducción

Hasta la década de 1960, el uso de lúpulo en flor* era habitual en las cervecerías. Esto se asoció con graves problemas tales como:

- Susceptibilidad de los ingredientes a la oxidación.
- Desventajas logísticas, como los mayores volúmenes en balas redondas y no apilables.
- Necesidad de separar los conos del mosto con un dispositivo separador (colador de lúpulo).
- Esto se asocia con considerables pérdidas de mosto.

De ahí surgió la idea de empacar el lúpulo una vez molido, protegido en lo posible del oxígeno. A mediados de la década de 1960, se realizaron dos tipos principales de polvo a partir de los conos de lúpulo:

- Polvo de lúpulo normal: La separación de las impurezas fue seguida de un post-secado hasta un contenido de humedad de entre el 6 y el 8 %, con posterior molienda y empacado inerte. La pérdida de peso debida a estos pasos de procesamiento fue de hasta un 10 %. Así, de 100 kg de lúpulo se obtenían 90kg (o un poco más) de producto, de donde se derivó el término "Tipo 90".
- Polvo de lúpulo enriquecido con lupulina: Este producto se basa en la separación de la lupulina con sus sustancias aromáticas y amargas del cono, consiguiendo así duplicar la concentración de α -ácidos y aceite de lúpulo. Por consiguiente, tras el enriquecimiento con lupulina se obtuvieron unos 45 kg de polvo y de ahí el término "Tipo 45". Especialmente debido al elevado uso del lúpulo en varios tipos de cervezas artesanales, los pellets enriquecidos con lupulina están disfrutando de una mayor demanda en estos momentos.

Base del enriquecimiento de la lupulina

Todas las técnicas de enriquecimiento utilizadas actualmente se remontan a una invención de Müller [1] con las siguientes características:

- El cono de lúpulo consiste en un eje al que se fijan las hojas del cono. En el interior del cono se encuentran las glándulas de lupulina, en las que se enriquecen las sustancias aromáticas y amargas. Las glándulas, de forma redonda, tienen un diámetro de 80 a 300 μm y solo están conectadas débilmente a las hojas del cono, lo que permite separar la lupulina del cono de lúpulo.

**El término comunmente utilizado de "lúpulo en flor" se refiere de hecho al cono/umbela/piña que forma la planta para alojar las semillas luego de su inflorescencia.*

- Dado que la lupulina, muy pegajosa, obstruye rápidamente los tamices de separación, el tamizado de las glándulas no funciona a temperatura ambiente.
- Sin embargo, la mezcla viscosa de resina y aceite puede solidificarse a temperaturas inferiores a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La lupulina solidificada es dura, pierde su pegajosidad y puede ser procesada mecánicamente sin sufrir daños significativos.
- Para separar la lupulina congelada del cono y tamizarlo se pueden utilizar máquinas adecuadas de trituración y cribado, normalmente con "vibrocribadoras" como las conocidas en la producción de harina. Combinan la trituración y el cribado en una sola máquina.
- El tamaño de las mallas es de entre 200 y $500\text{ }\mu\text{m}$. Los conos son triturados por el batidor, la lupulina solidificada puede desprenderse de las hojas de los conos y del huso y ser separada como fracción fina por los tamices. El resultado es un material fino con un tamaño de partícula $< 300\text{ }\mu\text{m}$, que contiene de forma óptima todas las glándulas de lupulina del cono, y un material grueso $> 300\text{ }\mu\text{m}$ sin lupulina.

Dado que en la práctica no se puede realizar una separación tan nítida, el resultado es un producto fino que contiene cantidades comparables de fracciones de hoja además de la lupulina. Esto da lugar a una concentración de sustancias aromáticas y amargas en la molienda fina que es aproximadamente el doble que la del lúpulo de cono.

Dependiendo de la variedad, el lúpulo contiene entre un 10 (Hersbrucker) y un 35% en peso (Polaris) de lupulina, que también contiene xanfhozumol, además de sustancias aromáticas y amargas. En las hojas de la umbela se encuentran polifenoles, así como glucósidos, hidratos de carbono, proteínas, celulosa y cenizas. El raquis, con unas 7 partes en peso, se compone principalmente de celulosa sin valor y ceniza.

La figura 1 ilustra la estructura del cono, la figura 2 muestra una glándula de lupulina intacta y otra destruida.



Figura 1: Cono abierta con raquis, hojas del cono y glándulas de lupulina.

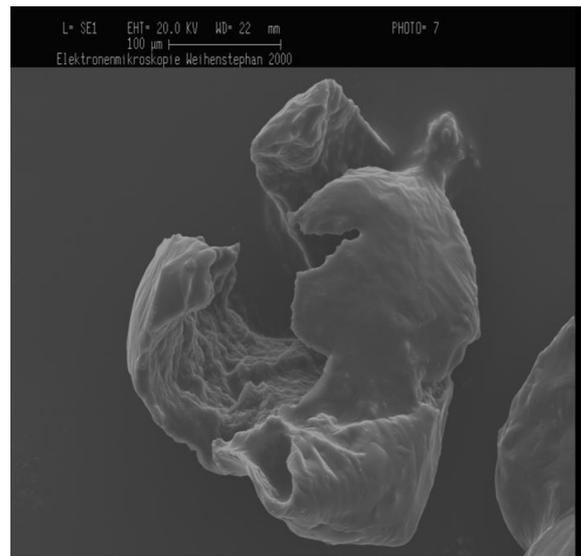
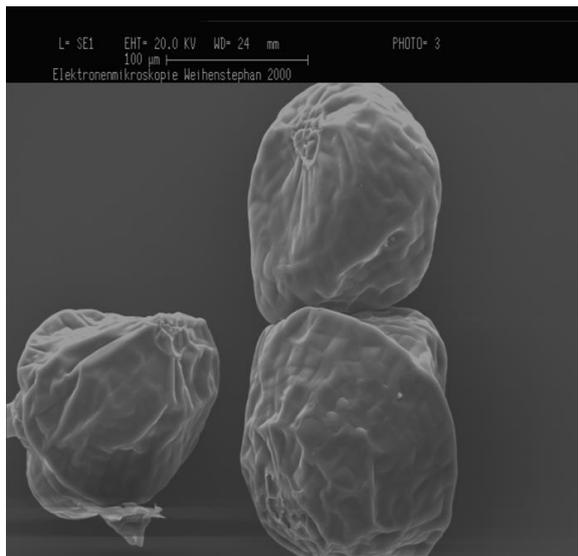


Figura 2: Glándulas de lupulina intactas y rotas.

Práctica común de enriquecimiento de lupulina

Antes del enriquecimiento propiamente dicho, el lúpulo suele limpiarse mediante una separación neumática de posibles impurezas pesadas, se seca si es necesario y se enfría a unos -20 a -35 °C. Esto puede hacerse en una corriente de aire, con nitrógeno líquido o con nieve de CO₂. Los conos congelados contienen granos de lupulina endurecidos y estables. Sin embargo, un requisito previo para el enriquecimiento de la lupulina es que el mayor número posible de glándulas de lupulina estén intactas, lo que requiere una manipulación cuidadosa durante la recolección y especialmente durante el envasado. Un prensado más fuerte que el de la paca rectangular de 60 kg con 138 kg/m³, actualmente común, da lugar a algunas glándulas aplastadas, cuyo cribado ya no es posible.

Dado que la separación de la lupulina no suele ser satisfactoria tras un solo proceso de cribado, el material grueso de la primera etapa de separación se somete a uno o tres cribados adicionales. Esto garantiza que las pérdidas de lupulina no separada en el material grueso sin valor sean bajas. Los esquemas para la producción de pellets enriquecidos se pueden encontrar en [2, p.151 y 3]. La figura 3 ilustra una separación de lupulina en la planta de refinado de lúpulo de St. Johann en varios pasos con valores orientativos para las respectivas proporciones de peso de material fino y grueso.

Punto de partida: 100 % lúpulo en flor, molido

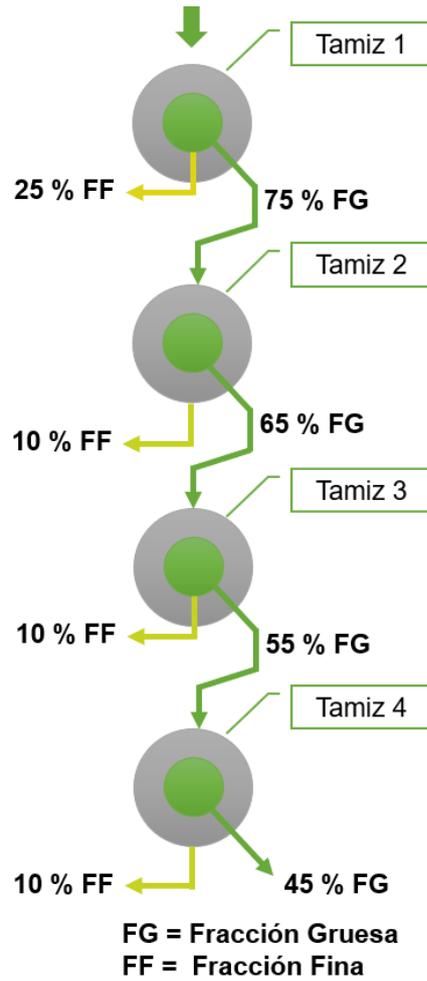


Figura 3: Esquema de la separación de la lupulina en la planta de St.Johann

En la figura 3 se comparan fotografías de material fino con glándulas de lupulina y de material grueso sin ellas.



Figura 4: Fotografías de material fino y grueso

El resultado del proceso es una proporción variable de 50 % y más de fracción fina. Reciclando cualquier cantidad de material grueso, el polvo puede normalizarse hasta alcanzar un contenido α deseado entre el del lúpulo inicial y aproximadamente el doble de ese valor.

¿Es posible un enriquecimiento de lupulina superior al tipo 45?

Cada gránulo del tipo 45 contiene también fracciones de hojas de conos finos. Cuanto más a menudo se vuelva a cribar el material grueso, más aumenta este contenido de hojas. Hay razones para aspirar a concentrar la lupulina por encima del nivel habitual, que es de un factor 2. Esto se practicó por primera vez en Alemania con el lúpulo de la cosecha de 1994, un año marcado por la sequía y el calor con los efectos negativos sobre el contenido de α -ácidos y aceite de lúpulo. Así, los contenidos de α en el lúpulo de aroma eran apenas la mitad de los de 1993. Un pellet tipo 45 de la cosecha de 1994 contenía, en el mejor de los casos, un contenido de α -ácidos comparable al del tipo 90 de 1993. Debido a la máxima capacidad de sólidos posible del whirlpool, algunas cervecerías de esta cosecha requerían mayores grados de enriquecimiento, que podían realizarse a corto plazo en la planta de acabado de lúpulo de St. Johann. Con la variedad Hersbrucker particularmente débil, un tipo 25 a 30 tuvo éxito con un enriquecimiento de lúpulo- α de 1,5 % a casi 6,0 % en el pellet. Tettninger pudo enriquecerse del 3 al 8 % α (tipo 35 a 40) y Perle del 4,3 al 10,5 % (tipo 40). Se aceptaron las pérdidas α algo mayores.

Técnicamente, se puede alcanzar una mayor concentración ramificando los polvos más finos ya después de la 1ª o 2ª vibración (véase la Fig. 4). Así, desde hace más de 25 años se alcanza un mayor enriquecimiento de lupulina [3]. Sin embargo, rara vez se practica, suponiendo dosis normales de lúpulo de hasta 500 g/hl. Los Whirlpools modernos dominan la separación de sólidos del mosto con mucha más facilidad que las generaciones anteriores. Algunos componentes de las hojas de los conos, como los polifenoles, también se consideran hoy más positivos [2, pp. 283-294] que hace 20 años.

Nuevos extremos de lúpulo en el mundo de los cerveceros artesanales

Mientras que una Pilsner bien lupulada requiere entre 300 y 500 g/hl de pellets, algunos cerveceros artesanales prácticamente compiten para ver qué cerveza contiene más lúpulo. Dosificaciones de 1 kg de pellets/hl de mosto y más, más otro 1 kg/hl para el dry-hopping del lúpulo, no es raro en una New England IPA. Sin embargo, esto da lugar a una serie de problemas, como:

- ¿Qué tan altas son las pérdidas de mosto y cerveza asociadas a la separación del trub?
- ¿Cómo debe clasificarse la posible carga de nitrato?
- ¿Las dosis de polifenoles de 500 mg/l siguen teniendo un efecto positivo con dosificaciones de pellets de más de 1 kg/hl?
- ¿Qué consecuencias tiene una cantidad tan elevada de material foliar en el sabor de la cerveza?

El objetivo del cervecero es, por tanto, transferir a su cerveza la mayor cantidad posible de aroma del lúpulo sin que ello repercuta negativamente en la otra calidad.

Evaluación de las pérdidas de mosto y cerveza

Se han planteado las siguientes hipótesis:

- 1 kg de pellets representa aproximadamente 900 g de sólidos/polvo.
- El trub separado contiene un 90 % de mosto o cerveza.
- Por tanto, 1 kg de pellets aglutina 10 l de mosto o cerveza.
- Los costos de producción de 1 hl de mosto de una cervecería artesanal se estiman en 35 euros/hl, los de 1 hl de cerveza en 55 euros/hl. Es usual encontrar en la práctica valores que ampliamente superen esto.

Esto da lugar a pérdidas de 3,50 €/hl en forma de mosto o de 5,50 €/hl en forma de cerveza con una dosis de 1 kg de pellets del tipo 90. Los pellets enriquecidos con lupulina reducen estas pérdidas en el caso del tipo 45 en un 50 % o 1,75 €/hl (mosto) o 2,25 €/hl (cerveza) o en un 65 % o 2,23 €/hl (mosto) o 3,55 €/hl (cerveza) cuando se utiliza el tipo 35. Este ahorro de costos por la reducción de las pérdidas de mosto y/o de cerveza se ve en parte compensado por los mayores costos que origina el enriquecimiento, que, según el fabricante, suponen entre un 8 y un 15 % en relación con el precio base del tipo 90 y que, en la situación actual del mercado del lúpulo, deben estimarse entre 0,80 y 1,50 euros/hl.

Sin embargo, hay fabricantes de lúpulo que calculan un ahorro mucho más alto. Para el cálculo de las pérdidas de mosto y cerveza, no utilizan los costos de producción, sino el precio de venta de la cerveza, entre tres y cinco veces superior, de 178 euros/hl [5]. La humedad del trub también se fija en un nivel extremadamente alto, superior al 96%. Esto no sería un "trub", sino una suspensión. Este tipo de cálculo parece muy atractivo para un cervecero, pero no se ajusta a la realidad. Lo que queda por decir como conclusión, independientemente del tipo de cálculo: El uso de pellets enriquecidos es más económico desde el punto de vista de la reducción de las pérdidas de mosto y cerveza para las cervezas extremadamente lupuladas en comparación con los pellets tipo 90.

Otros aspectos del enriquecimiento de la lupulina superior

Los límites razonables de enriquecimiento de lupulina son declarados de forma diferente por los fabricantes. Los límites de control en la peletización son del 25 al 30 % de α -ácidos [5] o incluso más [6]. Pero incluso los polvos con un contenido de α superior, por ejemplo, al 20-25 %, no son fáciles de peletizar. Los pelets son blandos e inestables, aunque por otro lado se pueden prensar más suavemente a temperaturas más bajas debido al alto contenido de α y aceite. Los pelets tienen un olor especialmente fresco e intenso. Su mayor contenido en fracción fina y su posible aglomeración causan problemas en los sistemas de dosificación automática de las cervecerías. Sin embargo, si los pelets se vacían y se dosifican a mano, el polvo y los

grumos no interfieren. Esto es especialmente cierto en el caso de los tapones de lúpulo [7].

Un enriquecimiento más intensivo reduce no sólo las dosis de sólidos, sino también las de nitrato y polifenoles, según la tabla 1.

Tabla 1

Cantidades de sólidos, nitrato y polifenoles dosificados en la cerveza por kg tipo 90, 45 y 35 según el tipo de pellet.

	Sólido [g/hl]	Nitrato [mg/l]	Polifenoles [mg/l]
Tipo 90	900	80	500
Tipo 45	405	35	250
Tipo 35	315	20	165

Los aspectos sensoriales también son importantes. Las afirmaciones positivas habituales sobre los polifenoles y otros componentes del lúpulo sólo se han probado hasta dosis de unos 500 g/hl de equivalente de lúpulo (= pellets 90) [2, p. 290].

Con cantidades de lúpulo de hasta 1 o incluso 2 kg/hl, se producen fenómenos que se intensifican con dosis combinadas en el mosto (final de la ebullición, whirlpool) y con el dry hopping del lúpulo. El alto contenido en hojas del lúpulo o de los pellets 90 da una impresión herbal, lo que se denomina "vegetal" en inglés. Los diversos sabores frutales introducidos a través del lúpulo en una IPA o NEIPA (Hazy New England IPA) quedan enmascarados por el carácter "vegetal", herbáceo-vegetal en el peor de los casos. Las enormes cantidades de polifenoles del lúpulo pueden provocar un amargor desagradable. Estos sabores indeseables pueden evitarse eliminando parcialmente la materia de las hojas y del huso del cono.

Resumen

El enriquecimiento mecánico de las glándulas de lupulina del cono de lúpulo mediante su tamizado a bajas temperaturas se lleva a cabo a escala industrial desde finales de los años 60. El método habitual consiste en concentrar las sustancias amargas y aromáticas hasta un factor 2 (tipo 45). Desde 1994, también se ha apuntado a concentraciones más altas.

Con dosis muy elevadas de lúpulo o de pellets normales del tipo 90 de aproximadamente 1 kg/hl en el mosto y, además, la misma cantidad a través de dry hopping de lúpulo en la producción de cervezas artesanales, a menudo surgen problemas debido a la elevada cantidad de sólidos: además de los problemas técnicos, éstos provocan elevadas pérdidas de mosto y de cerveza y perturban las

propiedades sensoriales de la cerveza debido a las notas parecidas a la hierba (=vegetal). El uso parcial de extracto es concebible como solución, pero está fuera de lugar para los cerveceros que quieren acercarse al lúpulo en flor. Los polvos o pellets enriquecidos con lupulina son entonces la solución adecuada. Los grados normales de enriquecimiento a pellets tipo 45 a veces no cumplen los requisitos de reducción de sólidos. Dependiendo del grado, se puede realizar una concentración de α -ácidos y aceite hasta tres veces (tipo 35). De esta manera, incluso con dosis extremadamente altas, se puede lograr un equilibrio entre el deseado aroma afrutado excesivo evitando un posible regusto "vegetal" debido a las hojas del cono.

Es aconsejable examinar críticamente las declaraciones publicitarias de los fabricantes de nuevos productos enriquecidos con lupulina. A menudo, un producto conocido desde hace décadas se esconde detrás de nombres bien sonantes. Además, el ahorro prometido en el mosto y/o la cerveza se basa a veces en suposiciones poco realistas.

Bibliografía:

[1] Especificación de patente alemana 1 234 656, del 23.02.1967: Proceso para la preparación de un producto de lúpulo que contiene lupulina.

[2] Biendl M., Engelhard B., Forster A., Gahr A., Lutz A., Mitter W., Schmidt R. y Schönberger C.: Hopfen - Vom Anbau bis zum Bier; Fachverlag Hans Carl, 2012, ISBN: 978-3-418-00808-0.

[3] Benitez J.L., Forster A., DeKeukeleire D., Moir M., Sharpe F.R., Verhaagen L.C. y Westwood K.: EBC - Manual of Good Practice, Hops and Hopper Products, 1997, ISBN3-418-00758-9; Hans Carl Publishers.

[4] Forster A.: On the mechanical enrichment of hop products; Brauerei- und Getränke Rundschau 106, No.9 (1995), pp. 173-179.

[5] Yakima Chief; Hoja de descripción del producto Cryo Hops (Rev. NOV 2018), <https://www.yakimachief.com/wp-content/uploads/Cryo-Hops-Product-Overview.pdf>

[6] Hopsteiner, Lupulinpellets, PDS 57/07 (03/2019), https://www.hopsteiner.com/wp-content/uploads/2019/07/57_01_Lupulinpellets.pdf

[7] Forster A., Schüll F. Gahr A. und Lenz R.: ¿Están justificadas las diferentes propiedades de los pellets de lúpulo para el lúpulo seco y la dosificación del lúpulo en la sala de cocción?; Poster beim 36. Congreso EBC, Liubliana, 2017.