

LOS DEFECTOS DE LA CERVEZA Y OTROS DESCRIPTORES



Por Albert Barrachina Robert (cervezaencatala.blogspot.com)

Con la inestimable colaboración de Boris de Mesones Enz (Boris Brewery, *Jeju*) y José Severiano Fernández de la Cruz (Sevebrau, *Extremadura*)

Introducción

Este texto se ha confeccionado como base o como apuntes sobre este tema. Resulta difícil escribir sobre los "defectos de la cerveza" en la medida en que la mayoría de las cosas que describiremos no son SIEMPRE defectos, ni siquiera "problemas". Tanto es así que, con el tiempo, se ha convertido más en un estudio de lo que se puede encontrar, principalmente sensorialmente, en la cerveza. También se puede entender como listado de descriptores de características más o menos felices y diversamente adecuados que un evaluador concienzudo puede encontrar en una cerveza.

Hay muy pocos defectos absolutos. La mayoría son relativos. La definición de "defecto" o "error" depende de muchas circunstancias, pero la principal sería la definición del estilo. Muchas características consideradas "defectos" en algún estilo de cerveza, son aceptables o deseables en otros. En general pues, si disponemos de la referencia estilística, podremos determinar si esa característica concreta que estamos estudiando y que hemos detectado en una cerveza es "aceptable", "apropiada", "inapropiada" o si es una "falta", un "error" o un "defecto" irreparable.

En muchos casos, el elaborador no indica ningún tipo de referencia estilística. En esta situación, para determinar si hay algún problema en la cerveza, necesitaremos saber cuál era la intención del elaborador. Básicamente, si quería algo y ha obtenido otra cosa, lo que aleja el resultado de las intenciones podrá ser considerado "falta" o "defecto" en diversos grados de gravedad.

En Inglés, el término consagrado para buscar defectos es "troubleshooting". Esta palabra se traduciría literalmente "apuntar los problemas" en el sentido de apuntar y disparar. Podría ser una denominación más adecuada para lo que decíamos al principio: la mayoría de los defectos no lo son siempre.

Los defectos de la cerveza también dependen de las costumbres, de las modas y de la formación de los degustadores. En general, se bebe mucha cerveza con notas de oxidación importantes pero a las que, la mayoría de la clientela, especialmente de marcas de producción masiva, está acostumbrada, habituada y acondicionada hasta el punto de que puede no parecer "buena" una cerveza que no comporte un cierto nivel de oxidación. Pasa lo mismo con niveles de Azufre a veces muy altos.

Las modas afectan a los gustos, y los gustos son educables. Hoy en día parece que un aficionado a la cerveza tenga que desarrollar necesariamente y por definición una tolerancia muy fuerte ante el amargor. En otros tiempos algunas cervezas de las muy amargas que se venden como maravillas hoy, hubieran sido clasificadas de "malas" o incluso "defectuosas". Pasaría lo mismo, según en qué lugares, con cervezas de fermentación espontánea.

Y finalmente, la formación del catador es importante. Hay que conocer los estilos y es importante entrenarse con regularidad para rebajar los umbrales de percepción y de identificación de los compuestos que pueden llegar a considerarse "defectos". Y también se debe ir "refrescando" la memoria de estos compuestos para evitar imprecisiones y confusiones.

El estudio de los defectos de la cerveza pasa inevitablemente por hacer la lista.

1. Cabeza de espuma o corona.



La corona puede presentar defectos relativos. Básicamente, se trata de saber qué tipo de espuma se quería, y qué clase de cabeza se ha conseguido. En general, los elaboradores siguen la idea de crear una cerveza en un estilo particular que tiene unas características concretas entre las que figura el tipo de corona.

Las características de la corona que se suelen valorar son el **color**, la **densidad**, la **persistencia** y la capacidad de generar **adherencias (guirlandas)**. Estos rastros son muy variables según los estilos deseados. En general sin embargo, las cervezas no adscritas a ningún estilo en particular y salvando excepciones se elaboran con la intención de hacer coronas generosas, persistentes y adherentes, de color variable según la cerveza misma.

Desde el punto de vista de los especialistas, es el primer indicador de que algo puede estar fallando. Cuando se forma espuma, nos encontramos ante dos extremos: la espuma forma burbujas groseras e inestables o, por el contrario, la cerveza genera una espuma formada por burbujas muy finas, de aspecto anacarado, y estables. El segundo aspecto es el deseado por el cervecero. Uno de los aspectos que importan, que mas satisfacción puede dar, es el de la estética. La belleza de la espuma, del color, la transparencia, el brillo. La espuma puede hacer que la cerveza sea apetecible. Si se sirve la cerveza y aparece espuma de jabón, por muy rica que esté en boca, parece que le falte algo.

La presencia de espuma está relacionada con la cantidad de gas CO₂ contenida en la cerveza. Típicamente, esta cantidad se sitúa entre 1,5 y 5 volúmenes de CO₂ por litro. La media se encuentra entre 2 y 2,5.

Nota: [(Vol*1.9712=g/L o bien, al revés, g/L*0.5073=Vol.)]

La espuma se genera cuando el gas¹ disuelto en la cerveza se escapa (siendo la presión de gas dentro superior a la de fuera) y se mezcla con materiales propios de la cerveza a la superficie que lo envuelven y forman burbujas. Cuanto más grandes, menos persistentes y al revés.

La cantidad de espuma no siempre es perfectamente proporcional a la carbonatación: una cerveza puede hacer mucha espuma muy persistente y sin embargo dar poca sensación de efervescencia en boca. Al revés, una cerveza muy carbonatada puede hacer poca espuma o una espuma muy poco persistente.

Los elementos que favorecen la formación de espuma son las proteínas de largada media (peso molecular de 10 a 60 kDalton²), gomas solubles (beta-glucanos), iso-humulonas y dextrinas. Las cervezas más densas suelen producir más espuma. El nitrógeno genera burbujas más pequeñas y más persistentes. También se pueden usar potenciadores y conservantes artificiales de la espuma. Se ha descrito una forma de detectar estos conservantes: se genera mucha espuma y se bebe la cerveza por debajo de la espuma. Si, en dejar el vaso sobre el soporte, aparece un espacio entre la cerveza y la espuma, se suele dar por comprobada la presencia de conservantes³.

La espuma se ve influida por una serie de características o componentes de la cerveza:

Proteínas.

En general, a mayor cantidad de proteínas y polipéptidos, mejor y mas estable es la espuma. Esto debe estar en equilibrio, o en una solución de compromiso con la transparencia de la cerveza. Pero hay ciertas proteínas, de tipo glicoproteínas que son las que mas estabilidad dan a la espuma. Es importante el tratamiento que se le de al macerado dependiendo del tipo de malta. Con maltas muy modificadas hay que prever poco o ningún descanso

1 Anhídrido carbónico, mezclas con Nitrógeno, etc.

2 El dalton (Da), es usado a veces como unidad de la masa molar, especialmente en bioquímica,

con la definición 1Da = 1 g/mol. 1 k Dalton = 1 kilo Dalton = 1'000 Dalton = 1'000 g/mol.

3 Goma arábiga, xantham, sales de hierro y polipéptidos, etc.



de proteínas, mientras que las maltas poco modificadas necesitan un macerado mas complejo con descansos de betaglucanos y de proteínas.

Polisacáridos.

Las cervezas con más dextrinas, ofrecen más cuerpo y dan mejores espumas que cervezas las mas secas.

Metales.

La presencia de algunos cationes metálicos, como el hierro, mejora la espuma pero esto deteriora un poco el sabor.

Ácidos alfa.

Cuanto mas amarga es la cerveza mas estable es la espuma porque los ácidos alfa contribuyen a la tensión de superficie de las burbujas.

Alcohol.

La estabilidad de la espuma es inversamente proporcional a la presencia de alcohol.

Grasas.

La presencia de grasas desestabiliza la espuma. Esto es evidente en el vaso, cuando los borde se impregnan de la grasa procedente de la comida por medio de los labios. Ese vaso deshace la espuma. La utilización de adjuntos ricos en lípidos desfavorece la espuma.

pH.

A pH más bajo, mejor estabilidad de la espuma.

Melanoidinas.

Las cervezas más oscuras dan lugar a espumas mas estables.

Guardia

En las guardias especialmente largas, el gas suele escaparse por lo que la cerveza va a formar poca espuma.

2. Transparencia, turbieza, posos.

Este artículo ha sido posible gracias a José Severiano Fernandez Cruz (Sevebrau)

La transparencia en la cerveza es una cualidad muy apreciada. Es un punto importante en muchas competiciones.

Proteínas

Algunos estilos de cerveza son turbios porque llevan granos “aditivos”, como el trigo, que enturbian la cerveza por su alto contenido en proteínas. Los estilos que pueden ser turbios son pues todos los que implican trigo: Weissbier y Weizenbier en todas sus formas y cervezas de la familia del Lambic. Las cervezas con avena también serán turbias. Existen cervezas de trigo muy transparentes porque se las filtra muy insistentemente: Kristallweizen.

Otros cereales

La cervezas con avena también suelen ser turbias. El centeno (Roggenbier) también aporta a la cerveza algo de proteínas que suelen enturbiar el producto final. Las Dinkelbier o Speltbier son cervezas de espelta (triticum aestivum) que también suelen ser turbias.

Filtraje

Otras cervezas, denominadas “artesanales” “no filtradas” pueden ser turbias pero en una medida que debería rozar la transparencia. Hemos visto cervezas que parecían aguas residuales. Y aunque estén gustativamente aceptables, su presencia no invita nada.

Caspa

También hay que hablar de aquellas cervezas, artesanales o industriales, que de entrada son transparentes pero que se llenan de concreciones cuando se abre la botella. No suele afectar el sabor, pero tiene una presencia no aceptable o no adecuada.

“Mocos”

Se han visto turbiedades que aunque no comprenden impurezas visibles en suspensión, sí proponían cambios de densidad en la turbieza. No suele ser una característica especialmente apetitosa y podría ser consecuencia de alguna infección. En especial hemos visto cervezas salir de la botella "a puñados" o "tragos compactos" como si estuvieran medio congeladas que sinceramente no nos hemos atrevido a seguir degustando.

Frio

Alguna vez, cuando se enfría la cerveza demasiado rápidamente antes del consumo, se pueden producir filamentos que son proteínas que precipitan por el golpe de frío. En principio, este aspecto es reversible y no tenemos constancia de que afecte al aroma (que por otra parte no notaremos si la cerveza está muy fría).

Origen de turbiedades no deseadas:

Molienda.

Una molienda demasiado fina dará lugar a problemas durante la filtración del mosto. Por mucho que se recircule ese mosto, la gran cantidad de harina disuelta, hará que pase mucho solido a la olla, lo que ocasionará polifenoles disueltos y por ende turbieza.

Macerado.

En general, las maltas que se usan, están muy bien modificadas y casi no les hace falta una fase proteolítica, pero cuando se usa malta Pilsen poco modificada es necesario un pequeño descanso a 52-54°C para deshacer parte de esa carga de proteínas. Esto redundará en la limpidez de la cerveza y en la carga de Nitrógeno libre a la que haremos mención mas adelante en otro defecto relacionado con la fermentación.

Filtrado.

Es imprescindible que a la hora de filtrar el mosto, éste pase a la olla completamente transparente. Todos los sólidos insolubles deben quedar en el recipiente de maceración. De otra manera daremos lugar a su disolución durante el hervido y su posterior aparición en el enfriado. Y aquí juega un papel fundamental tanto la calidad de la malta, como el tipo de molienda así como los adjuntos empleados. Hay veces (solo cuando se usan muchos adjuntos sin cáscara) que es necesario utilizar cáscara de arroz para aumentar la eficacia del filtrado del lecho de grano. Es importante no desesperarse ante los atascos e intentar movimientos que, inevitablemente llevaran a remover dicho lecho y generar turbiedades.

Ebullición.

Una ebullición vigorosa es indispensable para una perfecta coagulación de proteínas que de otro modo causarían turbieza.

Enfriado.

Un enfriado rápido del mosto facilita la aparición del turbio frio sin dar tiempo a que los elementos que lo componen, la mayoría polifenoles, se vuelvan a disolver. El enfriado debe ser lo mas rápido posible.

Fermentación.

Aunque en menor medida, la fermentación también influye en la transparencia. Una fermentación rápida da como resultado cervezas mas transparentes, porque la levadura decanta antes y arrastra turbiedades. Esto también tiene algunos inconvenientes en otros aspectos de la calidad de la cerveza como veremos mas adelante, pero siempre hay que buscar una solución de compromiso.

Las cervezas más limpias que se han hecho en la historia se hicieron transparentes porqué el fermento floculaba bien y sobre todo porque se alargaban la fermentaciones hasta los 7 meses!

Es importante anotar que durante la fase de fermentación se pueden producir contaminaciones que den lugar a turbiedades. Cuando todo lo demás se ha hecho bien pero que siguen apareciendo turbiedades en la cerveza embotellada después de cierto tiempo, es fácil que se deban a contaminaciones durante la fermentación, su fase previa, o su fase posterior y en el embotellado.

Otro aspecto que hay que cuidar, especialmente para los que hacen fermentaciones en instalaciones diferentes, es que el fermento no reacciona igual en fermentadores de forma diferente. Se ha dado el caso que en un fermentador, una cerveza quedase limpia porque el fermento floculaba correctamente en el momento esperado mientras que en otro fermentador, con la misma receta y con el mismo fermento, la cerveza quedase turbia porque el fermentador era de forma diferente.

Maduración.

Es fundamental una maduración de la cerveza a una temperatura cercana a los 0° y durante el suficiente tiempo para conseguir una buena transparencia. Este tiempo depende de como hayamos hecho los pasos anteriores. Hacer las cosas bien, a la larga supone un ahorro de tiempo.

3. El color de la cerveza

Los defectos de color en la cerveza no son defectos reales en la medida en que sólo recogen la disparidad entre el color conseguido y el color que debería tener (según el estilo o según las intenciones del elaborador) una

cerveza en concreto. Aún así, hay colores que favorecen muy poco una cerveza...

Hay oxidaciones de maltas oscuras que producen colores verdosos y hay cerveceros noveles que se dejan restos de sosa en los tanques que hacen que los colores queden algo extraños.

Lo que influye en el color de la cerveza.

El responsable principal del color de la cerveza es la malta.

la malta

Los colores más claros de la malta se consiguen simplemente secando bien el grano germinado. Pero se pueden tostar los granos, en superficies abiertas, en hornos o en tambores cerrados. Se puede tostar poco o mucho rato, a temperaturas bajas, o progresivamente más altas. Incluso se pueden tostar a punto de cremación. Se pueden pues alcanzar varios niveles de torrefacción del grano que implican colores diferentes.

También se puede secar o tostar con diferentes niveles de humedad por lo que se producen caramelizaciones a diferentes niveles. Si se seca lentamente un grano que esta humedo a 64° C, se provoca la sacarificación de los almidones (minimash) sin romper el grano.

Además, se pueden hacer mezclas de maltas para una receta de cerveza. Por ejemplo se puede usar una base de malta claro y varios maltas más o menos oscuros en aditivo. Las posibilidades de esta masa de grano son infinitas y por tanto, infinita la variedad de colores finales que se pueden conseguir.

Normalmente, el color de la cerveza no es el objetivo del elaborador. Más bien, lo que quiere obtener es un gusto y unos aromas particulares. El color sería más bien la resultante más o menos involuntaria de esta investigación gustativa. Aún así los colores de la cerveza son el objeto de mucha atención tanto de los degustadores como los mismos elaboradores. En especial para estos últimos porque su producto tiene que entrar por los ojos. Una buena presencia es indispensable de cara a la venta. Si además, se puede cocer una buena cerveza con un color especialmente bonito y agradable, está claro que querremos repetir la combinación. De ahí la preocupación: y si consigo el mismo sabor pero no el mismo color? ¿Qué pasará, comercialmente hablando?

Por tanto, el elaborador definirá una composición de la masa de grano teniendo también en cuenta el color final de la cerveza.

En la maceración.

Calcio

El tipo de agua y lo que hará con ella el elaborador para adaptarla a su gusto o a sus necesidades influirá bastante. La presencia de calcio reduce la formación de color durante la maceración. Esto es debido a la merma de la extracción de compuestos que forman el color (como los antocianogenos y las pro-antocianidinas) durante el aclarado (cuando echamos agua caliente sobre el bagazo que ya hemos filtrado). La reacción de reducción del azúcar con el añadido del calor inhibe la formación de melanoidinas.

Las melanoïdinas son unas moléculas que se forman cuando se calienta algún alimento que contiene azúcares o almidones. (Melanos = negro (azul oscuro casi negro ...)). Las melanoïdinas se forman a partir de aminoácidos y de azúcares en una reacción conocida con el nombre de reacción de Maillard. La presencia de un exceso de calcio inhibe esta reacción.

Acidez

En principio se recomienda una acidez del agua en la etapa de la maceración de entre 4 y 7. La acidez del agua también favorece la extracción de los pigmentos de la malta.

Tiempo de cocción

El tiempo de maceración también influye. En principio, cuanto más tiempo dura la maceración, más conseguiremos profundidad en los colores oscuros de la cerveza.

En la cocción.

En el momento de verter el mosto en la cazuela para la cocción, se produce una agitación que favorece la introducción de oxígeno en el mosto, lo que puede favorecer un poco de oxidación y, por tanto, puede promover un oscurecimiento del color⁴.

Durante la cocción, y debido a la reacción de Maillard, el mosto se va oscureciendo. Durante este proceso los azúcares como la maltosa y la glucosa se combinan con aminoácidos, que en su mayoría provienen de la malta y en menor medida los lúpulos, reaccionando y formando melanoidina, terminando en lo que se conoce como caramelización⁵. Cuanto más tiempo se cuece el mosto, más caramelización se consigue y más se colorea la

⁴ Nota de Boris: esto no lo se porque en principio el oxigeno no se mezcla con el mosto hirviendo. Los nuevos métodos de cocción de los ingenieros alemanes agitan y permiten la exposición del mosto al vapor (aire) al máximo para volatilizar el DMS. ... y en teoría no se oscurece el mosto.

⁵ Nota de Boris: aquí interviene mucho la superficie de contacto y la concentración del calor. (Fuego directo, etc).

cerveza. Aquí también interviene el pH del agua⁶ porque cuanto más alto sea más favorecida se verá la caramelización. Nuevamente las aguas más alcalinas aportarán más color⁷.

Lúpulo

Durante la cocción es cuando añadimos el lúpulo y éste, según su estado de conservación y su presentación, puede influir un poco en el color, pero esta influencia no es muy notable.

En el filtrado.

Los diversos filtrados a los que sometemos la cerveza así como los aditivos de clarificación pueden llevarse algún elemento de color de la cerveza, pero el efecto de estos procedimientos afecta sobre todo el aspecto de la cerveza en su faceta de transparencia.

La fermentación.

No se trata tampoco de una acción definitiva o fundamental, pero tenemos noticia de que la variedad del fermento utilizada puede influir sobre el color de la cerveza.

En el acondicionamiento y envasado.

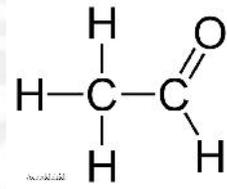
En algunos casos, las recipientes de envasado suelen llevar residuos de los productos alcalinos que se han utilizado en la desinfección. Al margen de que esto pueda afectar el sabor, también puede oscurecer la cerveza.

De lo contrario, como que la pasteurización pasa de una forma u otra para aumentar la temperatura de la cerveza, esto puede traer como consecuencia, un oscurecimiento que normalmente, el elaborador industrial ya tiene en cuenta.

4. Acetaldehído

Definición:

El **etanal** o **acetaldehído**⁸ es un compuesto orgánico de fórmula CH_3CHO . Es un líquido volátil, incoloro y con un olor característico a manzana verde. Es un metabolito hepático del etanol y principal factor para la aparición de la resaca alcohólica y el rubor facial. Es 20 veces más tóxico que el alcohol y un posible carcinógeno



Característica sensorial:

El acetaldehído huele principalmente de **manzana verde** (inmadura). En esta línea, se habla de olores frescos. También puede recordar el olor de **prado**.

Otra aportación sensorial posible es la de olores de **sidra** y/o de **vinagre**.

Se puede encontrar en abrir un botella, al mismo cuello y puede que desaparezca en pocos segundos.

Se puede confundir con aromas de hierba aportadas por el lúpulo.

Concentración típica en la cerveza: 2-15 mg/l.

Umbral de percepción:

5-20 mg/l. A 6-8 g/ml se percibe como “frutado”. A niveles más altos presenta aromas amables de manzana verde.

Posibles causas:

Fermentación

El metabolismo del fermento utiliza el acetaldehído en una etapa que conduce a la formación del alcohol⁹ a partir de la glucosa. Ésta se metaboliza en ácido pirúvico que después se convierte en acetaldehído y luego en etanol. Durante la fermentación algunos acetaldehídos se escapan de la célula de levadura.

Glucosa Ácido pirúvico Acetaldehído Etanol

Durante las fases finales de la fermentación, la levadura recoge el acetaldehído libre y termina de convertirlo.

Puede ser una característica de la variedad de fermento utilizada o puede que se haya terminado el proceso de fermentación antes de tiempo (falta de oxígeno, floculación prematura o cualquier otra causa que haga que el

6 Nota de Boris: El pH del agua no es muy importante, sino la cantidad de “buffers” que contenga. Esencial es que tras mezclar la malta el pH este entre 5,2 y 5,4.

7 Nota de Boris: Sobre todo si se dejan sosa en las tuberías!

8 Los **aldehídos** son compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional $-\text{CHO}$. Se denominan como los alcoholes correspondientes, cambiando la terminación $-\text{ol}$ por $-\text{al}$

9 “precursor” del alcohol.

fermento no termine de utilizar el acetaldehído para transformarlo en alcohol [ver más abajo]).

Oxidación:

La oxidación de la cerveza terminada podría reconvertir el etanol en acetaldehído. En este caso, el acetaldehído suele ir acompañado de otro defecto relacionado con la edad (oxidación).

Infección

En el caso de sabores acéticos, pueden proceder de la oxidación del alcohol en ácido acético o del metabolismo de una bacteria que produce ácido acético (Acetobacter). En este caso, estos aromas sólo son aceptables en cervezas que ya, de por sí mismas, son ácidas, concretamente estamos hablando de las cervezas de fermentación espontánea y similares. Sinó, por supuesto, este aroma no es aceptable y sería atribuible a una "infección no deseada". Las bacterias implicadas en este tipo de infección, son Acetomonas, Gluconobacter o especies de Zymomonas.

Variedad de levadura:

Algunas variedades son más propensas a producir más acetaldehído que otras. Cabe plantearse la cuestión de la elección de la cepa.

La cepa de levadura puede ser demasiado floculante. En este caso, el fermento se "retira" antes de acabar con el trabajo de re-absorción del acetaldehído. Otra vez se trata de encontrar la cepa de fermento que vaya bien con la instalación y con nuestra receta y que no se retire demasiado temprano.

Algunos cerveceros resuelven el problema inoculando con diferentes cepas: una para el resultado sensorial que puede ser demasiado floculente, y otra, menos floculente que se encargará de realizar los trabajos de "limpieza" que la "principal" no ha hecho. Este experimento tiene que ensayarse previamente, porque en el mundo de la fermentación, 2+2 raramente dan 4!

Mala salud de levadura.

El fermento en situación de estrés no responde como se espera y puede flocular demasiado temprano, producir demasiado acetaldehído y reaccionar negativamente.

Inseminación insuficiente.

Cuando no se pone suficientemente levadura en el mosto, ésta se estresa y reacciona mal ante todos los condicionantes del mosto.

Fermentación a temperatura demasiado fría para la levadura.

Una fermentación demasiado fría, también estresa el fermento y conduce a las consecuencias citadas.

Fermentación demasiado vigorosa.

La literatura habla de fermentación demasiado vigorosa pero no se hasta que punto una fermentación puede serlo.

Fermentación incompleta o parada (stuck).

La fermentación incompleta o parada no permite la re-absorción del acetaldehído.

Eliminación de la levadura del mosto antes de tiempo

Por ejemplo, clarificación y/o filtración prematuras.

Si la levadura no ha floculado todavía y se cambia la cerveza de fermentador, se separa en parte el mosto no fermentado del fermento que lo podría fermentar. También se separa el mosto del fermento que podría reducir la cantidad de acetaldehído en suspensión.

Tiempo insuficiente de acondicionado.

En cervezas no pasteurizadas, el acondicionado o guardia puede contribuir a que se reduzca la cantidad de acetaldehído. Malas condiciones de guarda (especialmente, demasiado calor) puede inducir que no se acabe de reabsorber este compuesto o hasta que se vuelva a producir...

Aireación de cerveza verde durante el acondicionamiento o embalaje.

En general y en resumen: las concentraciones de acetaldehído aumentan con la rapidez de la fermentación, con temperaturas de fermentación demasiado altas y cuando la fermentación no es completa.

Discusión.

Siendo que el aroma a manzana verde no es siempre desagradable, se puede considerar como una aportación aromática aceptable. Pero siendo que es el resultado de una fermentación mal acabada o de una infección, se puede considerar como un defecto. Al final, el camino del medio nos indicará que, tal vez, los olores frescos de

acetaldehído son aceptables sólo como integrante discreto de la paleta aromática final. En caso de exceso, será un defecto de variable gravedad según la intensidad.

La BUDWEISER estadounidense ha seleccionado su fermento expresamente para que aporte hasta 6-8 ppm de acetaldehído.

Otros aldehídos que se pueden encontrar en la cerveza:

3-metilbutanal. Aroma a plátano verde. Umbral de percepción: 0,01-0.3mg/L.

Benzaldehído: Aroma a almendra, almendras quemadas, cereza. Umbral de percepción: 0.035-3.5mg/L.

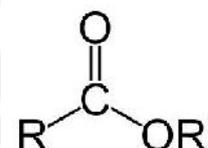
Butiraldehído: Aroma a melón, barniz. Umbral de percepción: 0.03-0.2mg/L.

Hexanal: amargo, vinoso. Umbral: 0.003-0.07mg/L.

Trans-2-nonenal: Papel, cartón. Umbral: 0.00001-0.002mg/L (véase más abajo).

5. Ésteres:

Si le preguntamos a un químico, nos dirá que los ésteres son una clase de moléculas que contienen un tipo específico de grupo funcional llamado grupo éster. No es algo que el común de los mortales podamos imaginar con facilidad. Estos grupos éster se componen de una molécula de oxígeno con doble enlace a un carbono que es inmediatamente adyacente a otro oxígeno que está unido en línea con la cadena de carbono de la molécula orgánica. Quizás una imagen ilustraría el concepto un poco mejor.



Al ver esta imagen podemos observar una parte de una molécula más grande, donde los grupos R y R' representan lo que podría ser esencialmente cualquier tipo de cadena orgánica. El grupo éster consiste en el carbono y los dos oxígenos que están unidos a él.

Los ésteres, debido a la variación que puede ocurrir a estos grupos R, se encuentran en muchas formas y tamaños, pero todas ellos comparten la característica común del grupo éster. Los ésteres de peso atómico más pequeño son bastante volátiles y se utilizan con frecuencia en la producción de productos alimenticios y fragancias en los que son en gran medida responsables de gran parte de los sabores y aromas asociados con muchos tipos de frutas.

Los ésteres de peso atómico más grandes también se encuentran en todas partes, desde el ADN y los plásticos hasta los triglicéridos y explosivos (nitroglicerina). Los ésteres se forman comúnmente por reacciones de condensación entre alcoholes y ácidos carboxílicos (ácidos que, específicamente, contienen oxígeno). En términos bastante simplistas lo que ocurre es que las dos moléculas se unen con los dos grupos funcionales respectivos (ácido y alcohol) y se combinan para formar el grupo éster, así como una molécula de agua como subproducto.

La reacción que combina un alcohol con un ácido graso para formar un éster se llama esterificación.

En la cerveza, los sustratos que reaccionan para formar la variedad de ésteres más comunes, son los numerosos alcoholes presentes (subproductos del metabolismo de aminoácidos y carbohidratos) y los diferentes "Acil coenzima A", moléculas que participan activamente en algunos de los procesos metabólicos de la levadura de cerveza.

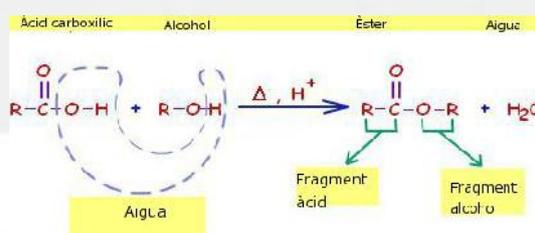
De los posibles sustratos encontrados en la cerveza, el etanol y el acetil CoA son los más comunes, por lo que es lógico pensar que el éster más común que se encuentra en la cerveza es el acetato de etilo que huele a esmalte de uñas (o disolvente).

Así que si el acetato de etilo es el éster más prevalente en la cerveza, como es que no es habitual encontrar una cerveza que tenga un aroma de acetato de etilo notable, mientras que otros ésteres destacan fácilmente en el gusto?

El acetato de etilo tiene un umbral de percepción de unos 33 ppm (0,0033%, o 33 mg / L), mientras que los otros ésteres más agradables, presentan umbrales de percepción que son considerablemente más bajos (necesitamos una concentración mucho más baja para percibirlos). La mayoría se encuentran en los cientos de partes por mil millones (ppmm), o sea que necesitamos más o menos diez veces menos para percibirlos.

Origen de la presencia de ésteres en la cerveza:

Los fermentos de alta fermentación suelen producir ésteres diversos y en cantidades diversas. La variedad taxonómica del fermento influye pues sobre la presencia, el tipo y la cantidad de ésteres de la cerveza.



En general, cuanto más alta es la temperatura de fermentación, más rápida es la reproducción del fermento y más se producen ésteres. Por eso, por definición, las cervezas de alta fermentación suelen presentar un perfil más o menos frutado debido a la presencia de ésteres. Por ello no se considera adecuado un perfil frutado en cervezas de baja fermentación.

Una densidad de inoculación demasiado baja (poco fermento por mucho mosto) puede provocar que el fermento reaccione reproduciéndose muy activamente y por lo tanto, produciendo más ésteres de la cuenta. En un mosto muy oxigenado, el fermento consume precursores químicos de los ésteres y, por tanto, al final, no tiene "materia prima" para generar grandes cantidades de ésteres.

En resumen :

Lo que influencia la presencia de ésteres en la cerveza es

Variedad o cepa.

Temperaturas de fermentación

Densidad de inoculación

Oxígeno en el mosto.

Algunos ésteres

En general, puede haber hasta 60 ésteres diferentes en la cerveza, pero sólo alrededor del 6 de ellos tienen mucha influencia sobre el sabor de la cerveza.

Acetato de etilo (también: acetato de etanoato)

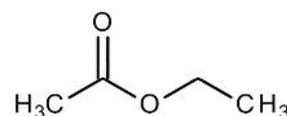
Ya se ha mencionado anteriormente el acetato de etilo. Este es el éster más común en la cerveza (considerando su peso), pero no necesariamente por el impacto del gusto pues su umbral de percepción es mucho más alto que el de los otros ésteres.

Umbral de percepción : 33 ppm.

Niveles comunes a la cerveza : entre 8 y 70 ppm .

Formado por la condensación de la acetil CoA y etanol.

Sensorial: olores de **esmalte de uñas** y **disolvente** en concentraciones altas, pero puede tener un aroma ligeramente **afutado** a niveles bajos. Se citan la **manzana madura** y la **pera**.



Acetat d'etil

Acetato de isoamilo (también: 3-metil acetato de butilo).

Uno de los ésteres más conocidos y reconocidos en la cerveza, especialmente comunes en Weissbier y Hefeweizen. Pero también se encuentra en muchos otros estilos de alta fermentación. En estilos de baja fermentación no se le considera adecuado.

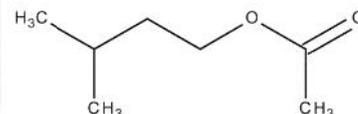
Umbral de percepción: 1.6 ppm.

Niveles comunes de la cerveza: 0,4-6 ppm.

Típica concentración en la cerveza: 5-30mg/L.

Formado por la condensación de la acetil CoA y alcohol isoamílico.

Sensorial: olores de plátano, de plátano artificial, golosinas dulces de plátano.



Acetat d'isoamil

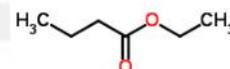
Butirato de etilo (también: butanoato de etilo).

Muy común.

Umbral de percepción: 400ppb (0,4ppm)

Niveles comunes de la cerveza : 50- 250ppb.

Sensorial: olores de frutas, piña, chicle de frutas tropicales, coton de azúcar.



Butirat d'etil

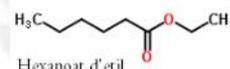
Hexanoato de etilo (también caproato de etilo)

Muy frecuente en las cervezas.

Umbral de percepción: 0.15-0.25 mg/l.

Niveles comunes de la cerveza: 70- 500ppb. (0.07-0.5 mg/l)

Sensorial: olores de manzana roja, anís. También rosas, hierba, miel, piña, ron, plátano y algo vinoso.



Hexanoat d'etil

Caprilato de etilo (Octanoato de etilo)

Umbral de percepción: 0.01-1.5 mg/l

Sensorial: floral, manzana, albaricoque, plátano, pera, piña. También jabón, dulce, vinoso (brandy), cera.

Presente en todas las cervezas pero en cantidades variables. Común en cervezas belgas.

Acetato de isobutilo

Sensorial: papaya, manzana.

Concentración típica en las cervezas (especialmente belgas): 0,1-0,3 mg/l.

Umbral de percepción: 0,4-1,6 mg/l.

Lactato de etilo

Sensorial: Frutado, fresa.

Umbral de percepción: 250mg/l.

Propionato de isoamilo

Sensorial: Piña, anís

Umbral de percepción: 0,015mg/l.

Acetato de feniletilo

Sensorial: Manzana, miel, rosas

Umbral de percepción: 0.05-3,8 mg/l.

Control:

El control de la producción de ésteres en las salas de fermentación se puede hacer mediante el mantenimiento de fermentaciones sanas y la elección de cepas de levadura adecuadas, dependiendo de las preferencias, de las instalaciones y del estilo. Si el oxígeno es deficiente en las primeras etapas de la fermentación entonces puede haber un exceso de acetil CoA en la levadura (normalmente se utiliza junto con el oxígeno durante la síntesis de lípidos, que es esencial en la división celular), que puede a su vez llevar a un exceso de producción de ésteres.

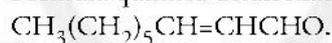
Si se quiere aumentar la producción de ésteres, se elaboran cervezas de alta densidad, con tiempos de maduración largos y con temperaturas de fermentación más bien altas. También se puede aumentar el límite de la atenuación.

En cambio, si se quiere limitar la producción de ésteres (sin cambiar las variedades de levadura), entonces se puede aumentar la ventilación del mosto, elaborar cerveza de baja densidad, reducir el límite de atenuación, bajar las temperaturas de fermentación, o quizás mantener un poco de presión alta en la fermentación.

Factores	Ésteres
Mosto de alta densidad	↑
Mosto de baja densidad	↓
Mosto muy oxigenado	↓
Mosto poco oxigenado	↑
Altas temperaturas de fermentación	↑
Bajas temperaturas de fermentación	↓
Alta densidad de inoculación	↓
Baja densidad de inoculación	↑
Mucho Nitrógeno	↑
Poco Nitrógeno	↓

6. Trans-2-nonenal

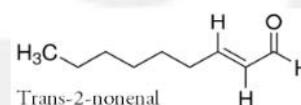
Formula química desarrollada:



Formula resumida: $\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O}$

El trans-2-nonenal (3-hexilo-2-propenal)

introduce olores de **cartón**¹⁰ en la cerveza. Es miembro de un grupo llamado aldehídos insaturados que suelen dar olores de viejo o pasado. Es posible que estos compuestos adquieran estas características en el momento de oxidarse. Por tanto, una manipulación adecuada que evita salpicaduras y grandes movimientos que pudieran introducir oxígeno en la cerveza terminada puede prevenir la aparición de estos olores.



¹⁰ También papel mojado o papel de barba.

El nonenal también es formado durante la producción de la malta y del mosto. Una vez formado, se enlaza con proteínas y pasa a través de todas las etapas de la elaboración. El trans-2-nonenal se asocia con la maduración.

El Trans-2-nonenal se asocia también con la presencia de Brettanomyces, especialmente *B. Lambicus*, *B. Bruxellensis* y *B. Clausenii*.

Así pues, el trans-2-nonenal suele ir acompañado de otros compuestos producidos por estos micro-organismos como 4-etil-fenol (4-EP), 4-etil-guaiacol (4-EG) así como ácido isovalérico, guaiacol, 4-etil-fenol, 2-fenil-etanol, beta-damascenona, alcohol isoamilo, etilo-decanoato y cis-2-nonenal, los cuales suelen introducir aromas de caballeriza, cabra, manta de caballo, sillín, sudor, perro mojado, pieles mojadas. Alguna vez se describe beicon, tiritas para las heridas, alubias quemadas, plástico quemado, clavo de especia, creosota, plástico, rancio, vegetación en putrefacción, especiado, humo o madera.

Básicamente, el evaluador, cuando nota la presencia de trans-2-nonenal (cartón), puede concentrarse en averiguar si hay las otras características que hemos detallado así, podrá distinguir entre simple oxidación e infección.

Umbral de percepción: entre 50 y 250 ng/l.

El dióxido (SO₂) de azufre suele reaccionar con el trans-2-nonenal en el sentido de que reduce el impacto sensorial.

7. Compuestos del azufre

Los compuestos del azufre suelen ser responsables de algunos aromas especialmente sensibles en la cerveza. Algunos compuestos químicos presentes en la cerveza, como muchos de los compuestos del azufre, tienen unos umbrales de percepción extremadamente bajos de manera que, aunque se encuentren en cantidades muy discretas, pueden ser detectables y producir efectos notables en la cerveza.

Los compuestos del azufre tienen su origen en los ingredientes que usamos para hacer cerveza. Los iones SULFATO (SO₄²⁻), SULFITO (SO₃²⁻) y SULFURO (S²⁻) presentes en el agua y los compuestos del azufre presentes en la malta y los lúpulos pueden inducir aromas de azufre en la cerveza. Algunos como el "célebre" DMS [Sulfuro de dimetilo: (CH₃)₂S], tienen su origen en la fase de malteo o en la elaboración misma. Otros, como el 3-metil-2-butenol-tiol, de olor a mofeta [la mayoría de los europeos no sabemos qué es el olor de mofeta. Yo mismo no lo sé. Pero imagino algo como un fuerte olor a almizcle, tal como la de los perros, no sé ...], son producidos en una reacción entre la luz y algunos componentes del lúpulo durante el envasado o durante las manipulaciones de transporte.

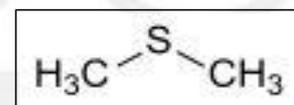
En general, se puede decir que los compuestos del azufre en la cerveza suelen ser consecuencia de situaciones durante la elaboración en las que el fermento es sometido a estrés: temperaturas, densidades o presiones inadecuadas, cambios de temperatura demasiado bruscos en la fermentación, etc. También se cita a menudo el hecho de dejar la cerveza reposar sobre el cojín de fermento muerto: el fermento, una vez muere, se pudre y puede introducir en la cerveza olores de podredumbre. También hemos encontrado referencia a que puede que no se oxigene lo suficiente el mosto antes de inocular el fermento (mala reproducción del fermento) y uso de metabisulfito (conservante) en la cerveza. Sino también hemos encontrado referencias a infecciones por *Zymomonas*, *Pectinatus* y *Megasphaera*.

x DMS: Sulfuro de di-metilo:(CH₃)₂S

Inglés: DMS (Dimetil Sulfide).

Descripción

El sulfuro de di-metilo, DMS, es un compuesto químico de fórmula química C₂H₆ o, equivalentemente, (CH₃)₂S, formado por un ion sulfuro ligado a dos grupos metilo. Es la forma de azufre volátil más abundante en el mar y el responsable de que el mar, e indirectamente el marisco, huelan a "mar", que en realidad es el olor a sulfuro de di-metilo. Tiene el aspecto de un líquido de color entre transparente y amarillo, es muy denso y prácticamente no es soluble en agua. Se considera peligroso y extremadamente inflamable.



Sensorial

Su umbral de percepción es de 50-60 µg/litro (microgramos por litro = 50-60x10⁻⁶ gramos por litro). [0.00005 a 0.00006 gramos por litro].

Según su concentración, suele recordar el **maíz cocido (en lata)**, la **col hervida**, el **nabo**, la **remolacha**, el **apio**

o los **espárragos** hervidos. También puede recordar la cebolla, el ajo y, en alguna caso hemos encontrado olores de **carne** o de **hígado a la plancha**. También se ha descrito como oliendo a agua de marisco hervido, recuerdos a **paja húmeda** o de **grano húmedo**.

En cervezas de baja fermentación (Pils por ejemplo), es considerado aceptable a muy débiles concentraciones en el límite del umbral de percepción y se considera que añade cuerpo y rotundidad. Algunas Pils americanas presentan un toque de maíz fresco debido a su presencia.

Causas de la presencia de DMS y correcciones

Origen

Este compuesto se forma a partir de un aminoácido azufrado, la S-Metil-Metionina (SMM) que se encuentra en el grano crudo. El DMS es un compuesto que se forma inevitablemente durante la fase de malteado a partir de dicho aminoácido por acción del calor, y también durante la fase de hervido por esta misma acción, es inevitable su presencia en el mosto caliente, aunque se puede evitar su presencia en la cerveza terminada.

Hervido.

Una ebullición vigorosa ayudará al mosto a desprenderse del DMS formado, ya que es bastante volátil. En esta fase, la adición de lúpulos también contribuye a la formación de DMS, problema que siempre se resuelve manteniendo la ebullición vigorosa y un enfriado rápido. En efecto, el hervido de esa materia vegetal aporta DMS al mosto. Las ultimas adiciones en grandes cantidades son las mas peligrosas.

Enfriado.

Es el punto de la elaboración donde se suele producir este defecto. El mosto caliente, sigue formando DMS, Las temperaturas peligrosas, son entre 80 y 60°, cuando el calor sigue produciendo DMS en el mosto, pero ya no hay fuerza evaporativa que lo volatilice, así que permanecerá en el mosto hasta la cerveza terminada. Es imprescindible pasar por esta etapa en un flash.

Fermentación, maduración y embotellado.

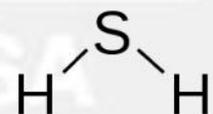
Se señalan también tasas insuficientes de inoculación, maltas muy húmedas, lavado (sparging) excesivo con aguas por debajo de 71° C.

En raras ocasiones, el DMS también es el subproducto de infecciones. Se puede llegar a esta conclusión, cuando nuestros sistemas de ebullición y enfriado funcionan a la perfección y en determinados lotes empieza a aparecer este defecto.

x *Ácido Sulfhídrico: (H₂S)*

Origen

El crecimiento de las células de fermento requiere compuestos del azufre para la producción de aminoácidos, para la estructura de las proteínas y para la formación de coenzimas. Los iones SULFATO (SO₄²⁻) en el mosto son absorbidos activamente por el fermento y reducidos bioquímicamente en ácido sulfhídrico (H₂S). Una vez se han saciado las necesidades en aminoácidos que contienen azufre, el excedente de H₂S es excretado por la célula. Cuando en el mosto faltan algunos nutrientes, esto afecta poderosamente la multiplicación del fermento y provoca la producción en exceso de H₂S.



Algunas cepas de levadura suelen ser propensas a producir más H₂S de la cuenta. Muchos elaboradores del centro de Europa pueden basar la elección de un fermento, entre otros, en esta característica.

Altas temperaturas de fermentación pueden aumentar la cantidad de H₂S presente en la cerveza. Algunas fábricas comerciales suelen tener problemas cuando aumentan el volumen de sus partidas en consecuencia del aumento de ventas. Unos fermentadores más grandes pueden originar un diferencial de presión que, estresando el fermento, origina la producción de grandes cantidades de H₂S.

Algunos micro-organismos pueden producir grandes cantidades de este compuesto. *Obesumbacterium* o *Hafnia* y también algunos coliformes.

Sensorial

El ácido sulfhídrico presenta entre otros aromas la de los **huevos podridos**. Su umbral de percepción se mueve entre 0.4 y 1.0 ppm (partes por millón) [el ácido sulfhídrico empieza a ser peligroso a 10 ppm] y es normal encontrar en la cerveza en concentraciones de hasta 0,2 ppm. A bajas concentraciones redondea el cuerpo de las cervezas claras de baja fermentación pero en altas cantidades, es definitivamente un aroma descartable. También puede recordar el olor que sentimos cerca de una estación de **depuración de las aguas**. Según las concentraciones, puede recordar diversos grados de putrefacción: **hierba podrida**, etc. porque es un componente que suele

desprenderse de la putrefacción.

Corrección

Por suerte, el H₂S es muy volátil y suele irse con el CO₂ durante la fermentación. Si tapamos el recipiente de fermentación demasiado temprano [o si no permitimos una fácil salida del CO₂ mediante un surtidor] podemos atrapar notables cantidades de H₂S que permanecerán en la cerveza terminada.

x Dióxido de azufre (SO₂).

El dióxido de azufre se asemeja al olor seca que notamos cuando encendemos una cerilla de madera. También hemos encontrado referencias a goma quemada. En el Reino Unido, los elaboradores añaden conservantes a las cervezas que pueden inducir a la aparición de olores de dióxido de azufre.

El dióxido de azufre sirve para "secar" el exceso de Oxígeno diluido. Esto sería el efecto positivo. El negativo es que se puede ligar y combinar con compuestos que, eventualmente, podrían introducir olores desagradables. En las cervezas de Burton-on-Trent, el toque sulfuroso, debido a las aguas es preceptual.

El dióxido de azufre se puede combinar con aldehídos en el mosto y formar compuestos que perdurarán en otros procesos. Esto priva a la formación de compuestos oxidados del aldehído. Pero si la cerveza entra en contacto con el aire durante el almacenamiento, se puede revertir el proceso y el SO₂ se puede oxidar en sulfatos y, en una reacción que no viene al caso aquí, convertirse en trans-2-nonenal, compuesto químico responsable de la aparición de olores de cartón y de polvo en la cerveza.

El dióxido de azufre también se puede liberar desde las células del fermento cuando el ciclo de crecimiento va mal. También puede ser introducido en la cerveza con algunos clarificadores (isinglas finings) usados como conservantes.

No me consta que la presencia de SO₂ pueda ser la consecuencia de alguna infección.

x Otros compuestos del azufre

Otros compuestos de esta categoría serían el sulfuro de di-etilo (C₂H₅)₂S (olor a ajo) y el sulfuro de di-isopropilo (C₆H₁₄S) (podrido?).

x Mercaptanos (etanotiol)

Los mercaptanos son una clase extremadamente volátil de los compuesto del azufre, con un umbral de percepción que se mide en partes por billón.

El metanotiol es un gas inofensivo pero tiene un fuerte y penetrante olor que se ha descrito como olor de coles podridas o calcetines malolientes.

A menudo se añade al gas natural, que es incoloro e inodoro, para que sea más fácil de detectarlo.

Origen

El Mercaptano, conocido como **etil mercaptano** o **etanotiol**, es formado por la levadura durante la fermentación. Este sabor está presente en muchas cervezas como parte de su componente de azufre natural. También aparece por autólisis de la levadura durante la maduración de cerveza.

Cuando el lúpulo es expuesto a los rayos UV de la luz solar o de las luces fluorescentes, los ácidos alfa se "rompen" y reaccionan con el sulfuro de hidrógeno (o ácido sulfhídrico) producido por la levadura. Esta reacción crea mercaptanos. Este fenómeno se llama, en americano, "lightstruck" que podemos traducir en "golpe de luz".

El etilmercaptano se encuentra de forma natural en los organismos vivos, incluyendo el cuerpo humano en el que es un producto de desecho del metabolismo normal. Es uno de los productos químicos responsables del mal olor del mal aliento y de las flatulencias.

Las personas que han comido espárragos pueden experimentar el olor distintivo de mercaptano en la orina 30 minutos después de consumir el vegetal, porque contienen sustancias que se descomponen rápidamente a metanotiol. Sin embargo, no todo el mundo es capaz de oler mercaptano en la orina como una mutación genética en algunas personas significa que son inmunes al olor

Concentración típica en la cerveza: 0 - 0.5 µg/l

Sensorial

El Etilmercaptano huele a **gato** (catty) y a **almizcle** (lightstruck).

Los Mercaptanos pueden ser fácilmente confundidos entre ellos. El Methanotiol tiene un sabor de podrido, de col y de alcantarillado distintos a los del Etilmercaptano.

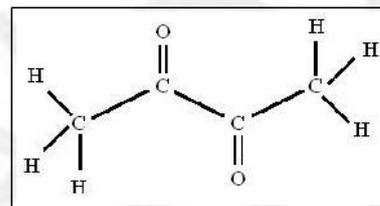
Umbral de percepción aproximado: 1 µg/l

8. Diacetilo

Nombre sistemático UIPAC: **butanodiona** o **butano-2,3-diona**

Fórmula molecular: $C_4H_6O_2$

El diacetilo es una sustancia que pertenece a una clase de compuestos llamados “dicetonas vecinales” (*VDK vicinal diketones*) que a su vez queda incluido en el grupo de las cetonas¹¹. En lenguaje químico (vecinal” significa esencialmente “adyacente”, y “dicetona” nos indica que hay dos grupos funcionales **cetona**. Si nos fijamos en la estructura molecular del Diacetilo, veremos una cadena de 4 carbonos (de aquí “butano”) y las dos cetonas situadas en posiciones vecinas en los carbonos nº2 y nº3 (ergo, 2,3-butanodiona: dos cetonas vecinales en los carbonos 2 y 3 de una cadena de 4 carbonos).



Otro protagonista de este grupo por su aportación a la cerveza es el 2,3-pentanodiona que suele oler a **miel**.

Sensorial:

El diacetilo es a menudo descrito como olor a mantequilla o de caramelo de mantequilla. En algunos casos puede recordar la vainilla. A niveles muy altos, hasta puede afectar la corpura de la cerveza impartiendo una sensación aceitosa. En cervezas frescas puede confundirse con el perfil de caramelo. Pero mientras que el olor de caramelo se transforma poco, el del diacetilo se decanta cada vez más hacia la mantequilla.

Se considera, aunque no sea una pauta especialmente precisa ni completamente contrastada, que un 20% de la población es anòsmica el diacetilo.

Umbral de percepción:

El umbral de percepción del diacetilo en la cerveza es típicamente entre 10 y 40ppb (Boulton: 0,15ppm). Este umbral es variable en función de la temperatura de la muestra. Y puede ser que unas cervezas comiencen la degustación sin diacetilo y acaben mostrando bastante. Esto es porque la cerveza se calienta, lo que provoca que se volatilice más diacetilo.

diacetilo, 0.10 mg/L , 2,3-pentanodiona, 1.0 mg/L.

Adecuación

Unos estilos de cerveza se pueden beneficiar de la complejidad adicional proporcionada por una pequeña cantidad de diacetilo, pero muchos cerveceros profesionales huyen de este compuesto, especialmente la mayoría de los fabricantes de cerveza alemanes. Uno de los motivos por lo que muchos cerveceros rechazan el diacetilo es que es difícil controlar la cantidad que va a terminar en el vaso del consumidor. Esta cantidad suele aumentar con la edad de la cerveza. Algunos cerveceros también intentan eliminar este producto de sus cervezas porque se puede interpretar que es el resultado de una praxis deficiente.

El diacetilo puede llegar a ser aceptable en cervezas de alta fermentación y cervezas de fermentación espontánea, mientras que en cervezas de baja fermentación se considera siempre un defecto.

Formación de diacetilo:

El conocimiento y la aceptación del diacetilo y de la 2,3-pentanodiona entre cerveceros han cambiado considerablemente en las últimas cuatro o cinco décadas. Un informe del 1952, por ejemplo, declaraba que el nivel medio de diacetilo en la cerveza comercial estadounidense era de 0,33 mg / L, más de tres veces el umbral de percepción de 0,10 mg/L. Hoy en día el promedio es de unos 0,05 mg/L. Existen algunas excepciones notables. Algunas Stout pueden tener niveles tan altos como 0,60 mg/L, y algunas Pale Ale británicas tienen niveles de diacetilo cerca de 0,30mg/l.

En 1870, Pasteur observó que las bacterias de fermentación láctica impartían también, entre otras cosas, aromas lácticos entre las que se podían contar las de mantequilla. Pero la relación entre este aroma y el diacetilo solo se estableció en 1939 por Shimwell.

Durante mucho tiempo, se consideró que el diacetilo era el resultado de alguna infección bacteriana, pero también se observó que aparecía en cervezas obtenidas por medio de protocolos impecables desde el punto de vista de la limpieza.

Niveles:

Los niveles de diacetilo en cervezas elaboradas por micro-cervecerías tienden a variar considerablemente, desde 0,03 mg/L a más de 1,0 mg/L Otro motivo que conduce los cerveceros a tener muy poca apreciación al diacetilo, es que su presencia suele interpretarse como un defecto en la pericia elaboradora.

¹¹Una **cetona** es un compuesto orgánico caracterizado por poseer un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono, a diferencia de un aldehído, en donde el grupo carbonilo se encuentra unido al menos a un átomo de hidrógeno.

Como lo veremos más abajo, el diacetilo resulta de la fermentación o de una infección. En el primer caso, hay que decir que hay cepas de levadura que producen más diacetilo que otras, especialmente cepas de fermento inglés fuertemente floculante.

Orígenes:

Se pueden describir varios orígenes del diacetilo en la cerveza, sólo dos de las cuales se suelen discutir ampliamente.

El primero se sitúa durante la fermentación, donde es creado indirectamente por la levadura de cerveza. La otra fuente bien conocida es la infección bacteriana. La tercera fuente es probablemente la menos conocida: el envejecimiento de la cerveza.

Fermentación

La levadura de cerveza (*Saccharomyces spp*) normalmente produce cantidades significativas de diacetilo durante las primeras fases de la fermentación.

1.1 Valina

La presencia de diacetilo y de la 2,3, penta-diona en la cerveza se encuentra directamente relacionada con el metabolismo de la Valina y de la Isoleucina respectivamente. Tenemos que estudiar con un poco de detenimiento la cuestión de la Valina (Nota 2). No estudiaremos el caso de la Isoleucina que introduce la 2,3, penta-diona para que esta imparte olor a miel, que no tan desagradable como el olor de mantequilla del diacetilo y porque, además, su umbral de percepción es 10 veces más alto y por tanto no suele afectar significativamente el perfil aromático de la cerveza.

1.1.1.- Aminoácidos

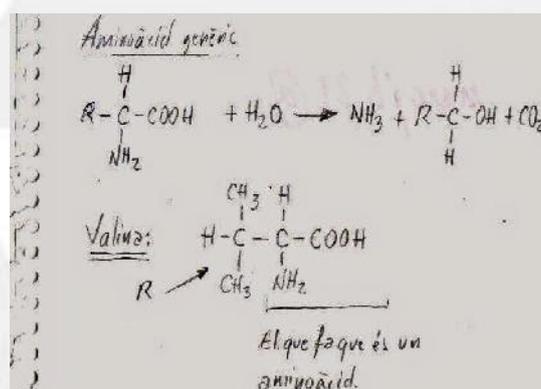
La base de las estructuras de las células son los aminoácidos (Nota 3). El fermento necesita varios de ellos en diferentes grados de importancia y de velocidad de absorción. Especialmente, se hace una clasificación de aminoácidos que define tres categorías.

1. La primera comprende los aminoácidos "poco" importantes en la medida en que el fermento puede ser capaz de generarlos o de generar las estructuras que contienen. (Ácido glutámico, Glutamina, Ácido aspártico, asparagina, Serina, Treonina).

2. La segunda categoría incluye los aminoácidos "vitales". El fermento puede sintetizar una parte de estos pero son tan importantes que hace falta que haya en el mosto para asegurar un buen abastecimiento durante la fermentación. (Valina, Isoleucina, Glicina, Fenilalanina, Tirosina, Alanina)

3. En la tercera categoría, encontramos los aminoácidos absolutamente indispensables. El fermento no tiene la capacidad de generar ninguna parte de ellos y por lo tanto se deben encontrar indefectiblemente en el mosto (Lisina, Arginina, Leucina, Histidina, Triptófano).

Esta clasificación puede variar según las cepas de fermentos. El lector habrá observado la presencia de la Valina en el segundo grupo.



La célula de fermento necesita el Nitrógeno (en forma de NH_3 , Amoníaco) porque es un elemento fundamental de su alimentación, y necesita el esqueleto de carbono para sus estructuras y especialmente para las estructuras nuevas que debe generar en la reproducción. Afortunadamente, los mostos "todo grano" suelen conllevar una cantidad y una variedad de proteínas suficientes para permitir una fermentación sana. Así es como nos hemos acostumbrado a cuantificar y designar globalmente el contenido en aminoácidos de un mosto con el acrónimo impreciso pero suficiente de FAN (*Free Amino Nitrogen*) (También he leído *Free Available Nitrogen*). Este valor, expresado en mg/L es un buen indicador del Nitrógeno en el mosto y, por tanto, un buen indicador de la presencia de aminoácidos, independientemente de cuáles son.

Para una fermentación vigorosa, una cantidad suficiente de FAN debe estar presente en el mosto. Una excesiva concentración de FAN en el mosto tampoco es deseable ya que esto puede causar la producción de una cantidad significativa de alcoholes de fusel. (Este sería un buen motivo para que los monjes utilizan importantes cantidades de adjuntos no aminados en sus cervezas de alta densidad).

No disponemos del valor medio recomendable para los FAN.

De momento tendremos que retener que la Valina (y otros aminoácidos) es indispensable pero que, en parte, puede ser sintetizada por la célula en el caso que faltara. Caso de que es frecuente en cervezas donde el grano es sustituido por extractos o aditivos como el maíz o el arroz.

Para acabar de entender la formación del diacetilo y, accesoriamente, su reducción, es necesario que nos detengamos a estudiar un poco lo que pasa con la glucosa dentro de la célula de fermento.

1.2 Metabolismo de la Glucosa y otros fenómenos curiosos.

En la fermentación, los azúcares tienen un papel especialmente relevante. Los azúcares más simples, constituidos de una sola molécula son inmediatamente absorbidos y los que están constituidos de más de una molécula son primero "rotos" fuera de la célula y luego asimilados como azúcares simples. El fermento no absorbe azúcar porque le sea agradable (quizás también). Lo necesita como fuente de energía.

Normalmente, decimos que el azúcar es transformado en alcohol y gas carbónico. No es mentira pero es muy poco detallado. Tampoco podemos entrar en el detalle completo de la fermentación en la medida en que hay cosas que aún se encuentran en fase de investigación. Pero sí que habría que darse cuenta de un hecho interesante: La Glucosa entra en la célula y no se transforma en seguida en alcohol y gas carbónico. Tiene que pasar por una serie de etapas durante las cuales se producen numerosas reacciones y modificaciones que, al final, tienen un beneficio positivo en materia de energía para la célula.

Básicamente, una vez que la Glucosa ha entrado en la célula, se transforma, al cabo de una vía compleja, en **ácido pirúvico** (CH_3COCOOH). Este es como una especie de cruce desde la que pueden pasar una multitud de cosas. La que podríamos calificar de "normal" sería la que conduce al acetaldehído y luego directamente al etanol.

a) **Glucosa Ácido pirúvico Acetaldehído Etanol**

Cuando no hay suficiente Valina en el mosto, el fermento necesita "fabricar". De hecho siempre en fabrica, sólo que cuando no hay Valina, de hecho mucho más. Entonces, "desvía" una parte de del ácido pirúvico hacia este menester. Concretamente:

b) **Glucosa Ácido pirúvico Acetaldehído Ácido Acetoláctico Valina**

Lo que puede ocurrir entonces es que sobre Ácido Acetoláctico. En este caso, este ácido es expelido fuera de la célula y se transforma espontáneamente, sin la ayuda de ninguna enzima en diacetilo.

c) **Glucosa Piruvato (ácido pirúvico) Acetaldehído Acetolactato Diacetilo**

La influencia del contenido en Valina sobre la producción de diacetilo se demuestra por el hecho de que la enzima que produce el acetolactato-alfa es inhibida directamente por la presencia de Valina, así que cuando los niveles de Valina internos de la levadura son bastante altos, esta enzima es inhibida y la producción total de diacetilo se reduce.

Repetimos un poco:

Dado que la Valina es un aminoácido (uno de los cerca de 20 bloques de construcción de las proteínas), es lógico pensar que los niveles de proteína en el mosto ejercerán una influencia sobre la formación de diacetilo durante la fermentación. Esto ha sido demostrado ser el caso. Los mostos deficientes en nitrógeno libre (FAN) son los mismos que también son deficiente en Valina, y ha sido demostrado que los bajos niveles de FAN en el mosto pueden llevar a niveles elevados de diacetilo en la cerveza final. Si hay menos Valina, la levadura tiene que asumir su creación (en parte) y esto conduce a una mayor actividad de la enzima que produce el Acetolactato-alfa (acetohidroxiácido sintasa), que a su vez conduce a más Acetolactato-alfa extra-celular y da como resultado altos niveles de diacetilo. No digo que sea sencillo, pero de momento es lo más claro que puedo.

Reabsorción:

Independientemente de la cantidad de Valina (o FAN) presente en el mosto, siempre se produce diacetilo durante la fermentación, poco o mucho, pero cuando la levadura ha completado el proceso de fermentación, comienza a reabsorber el diacetilo dentro de las células y a reducirlo (químicamente y cuantitativamente) en Acetoína y 2,3-butanodiol (ambos tienen umbrales de percepción más altos que el diacetilo, y por tanto, no juegan ningún papel en el sabor de la cerveza) a través de la acción enzimática:

d) **Diacetilo Acetoína 2,3 Butano-diol**

Control:

Si hubiera que trazar (reseguir) los niveles de diacetilo en el transcurso de una fermentación, empezáramos desde cero y llegaríamos a algún lugar entre los cientos de partes por mil millones en los primeros días, antes de

que empezara a bajar (a razón de más o menos 50% por día, dependiendo de la cepa de levadura y de la temperatura) hasta niveles muy por debajo de 100 ppb. Así es como los fabricantes de cerveza, especialmente los más grandes, pueden determinar cuando sus fermentaciones han llegado a compleción y establecer que se ha acabado y que la cerveza verde está lista para ser enfriada y filtrada: cuando los niveles de diacetilo caen precipitadamente. Esto se hace generalmente con un cromatógrafo de gases creado específicamente para este fin. Hay otros métodos para medir el diacetilo que son un poco anticuados y menos precisos. Describimos uno de ellos al final del capítulo.

Floculación:

La floculación de la levadura también puede influir en los niveles de diacetilo de la misma manera que un final prematuro de la fermentación: las levaduras altamente floculantes se retiran temprano o se "desactivan" a sí mismas antes de que hayan podido reducir el diacetilo. Si se combinan las variaciones en la capacidad de floculación con los rangos de producción de la enzima, pondremos en evidencia que la producción de diacetilo y su reducción pueden variar considerablemente en función cepa de levadura.

Otros:

El pH, la presión y la temperatura también afectan. Si los niveles de valina en el mosto se agotan prematuramente existe la posibilidad de que se produzca un segundo pico de diacetilo, lo que muy probablemente se producirá en la cerveza terminada. Es por eso que los fabricantes de cerveza deben insistir en el uso de malta de alta calidad con niveles adecuados de nitrógeno, los cuales, durante la maceración deben conducir a niveles adecuados de FAN y por tanto de Valina. Si se utilizan maltas de menor calidad, existe el riesgo de deficiencia de Valina y de altos niveles de diacetilo (entre muchos otros problemas asociados con la elaboración de la cerveza de malta de baja calidad).

2. Infecciones

La segunda forma de presencia de diacetilo en la cerveza es a través de la infección bacteriana. Dos principales especímenes bacterianos tienen la culpa de esto: **Pediococcus** y **Lactobacillus**. Ambas bacterias producen ácido láctico, por lo que cuando se detecta el aroma a mantequilla junto con un carácter agrio, es casi seguro que se ha producido una infección. La fuente más común de contaminación proviene de la levadura de insembración contaminada.

3. Envejecimiento

La forma final en la que se forma diacetilo en la cerveza es durante el envejecimiento o maduración de la cerveza. No hay mucha discusión acerca de este fenómeno, ya que no suele dar lugar a niveles especialmente detectables de diacetilo por el motivo que otras oxidaciones o enranciamientos pueden enmascarar bastante eficazmente el perfil del diacetilo. Este proceso es similar a los procesos que crean diacetilo durante la fermentación: la oxidación no enzimática de acetolactato alfa. Esto ocurre incluso sin levadura presente dado que éstas ya han excretado el acetolactato alfa durante la fermentación. Esto sucede más a menudo cuando la levadura es un tanto disfuncional; después de haber perdido parte de la capacidad de metabolizar todo el ácido acetoláctico alfa, lo deja en la cerveza final y éste se oxida con otros elementos del mosto (como melanoïdinas) para dar diacetilo.

Como evitar o controlar la presencia de diacetilo en la cerveza.

1. Utilizar maltas de alta calidad (con alto contenido en Nitrógeno).
2. El diacetilo (sabor mantequilla) y pentanedione (sabor a miel) son productos "de excreción" naturales de la fermentación. Ambos pueden ser descompuestos por una levadura saludable al final de la fermentación.
3. El método principal para controlar diacetilo (y el pentanedione) consiste en inocular la cantidad adecuada de levadura sana de un *starter* de levadura y asegurarse de que la levadura se mantiene saludable. 10^6 células/ml/°plato. Si se inocula bien, hay que oxigenar bien, por descontado.
4. Un descanso diacetilo para lagers (elevándola unos pocos grados durante la fermentación [entre 12,77 y 15,5°C durante 24 a 48 horas]) también puede ayudar a reducir el diacetil en la cerveza terminada al ayudar la levadura a descomponer las cetonas que nos interesan entre las que se encuentra el diacetilo.
5. Para algunas cervezas realmente claras donde la eliminación de todo el diacetilo es importante, también se puede utilizar un método llamado *krausening*. En el *krausening*, se añade levadura activa fresca después que la fermentación haya terminado de romper las cetonas que podía. Este método es relativamente rápido - ocupa menos de un día en la mayoría de los casos.
6. Para el envasado, cabe asegurarse de la limpieza de barriles y grifos para evitar la colonización de estas instalaciones por *Lactobacillus* y *Pediococcus*.

- Limitar la presencia de oxígeno en el envasado, por ejemplo reduciendo máximo la agitación mecánica.
- Por último, algunos cerveceros comerciales utilizan aditivos químicos (Maturex) para romper químicamente el diacetilo y el pentanedione.

Cómo detectar la potencial presencia de diacetilo:

- Una forma bastante eficaz consistiría en los siguientes pasos.
- Preparar dos vasos iguales, tapados por ejemplo con aluminio.
- Llenarlos de la cerveza que queremos medir.
- Poner un al baño María a 60-71°C durante 20 minutos.
- Enfriar el ejemplar calentado hasta la temperatura del ejemplar de control.
- Oler.

En realidad, en el recipiente calentado, hemos estado acelerando la transformación del posible acetolactat-alfa en diacetilo, una reacción que sabemos que se hace de forma espontánea, sin la intervención de ningún enzima.

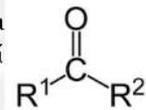
Diagnóstico:

- Ninguna de las dos cervezas huele a diacetilo. Perfecto. La cerveza ha llegado al final de la fermentación.
- La cerveza calentada huele a diacetilo mientras que la de control, no. Todavía hay demasiados acetolactato alfa en la cerveza. Habrá que proceder a una etapa de diacetilo a 20 ° C entre horas y días. Iremos repitiendo el experimento hasta encontrarnos en la situación 1.
- Las dos muestras huelen a diacetilo. Puede que hayamos hecho la prueba demasiado pronto. También es posible que la cerveza esté infectada por *Pediococcus*. Y también puede ser que el fermento haya mutado y se haya convertido en una cepa incapaz de reducir el diacetilo.

Nota 1

Cetona (Wikipedia)

Una cetona es un compuesto que contiene el grupo funcional carbonilo (C=O) enlazado a otros dos átomos de carbono (este grupo puede ser llamado también cetona). Una cetona está representada pues por la fórmula general: R1 (CO) R2.



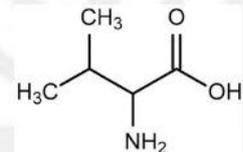
Según la normativa IUPAC se nombran con el sufijo -ona.

También existen cetonas con nombres tradicionales como la acetona o la benzofenona. En algunos ámbitos, por ejemplo el industrial, se utilizan otras nomenclaturas como la que nombra los grupos R1 y R2 como radicales (con sufijo -il) seguidos de -cetona.

Nota 2

Valina (Wikipedia)

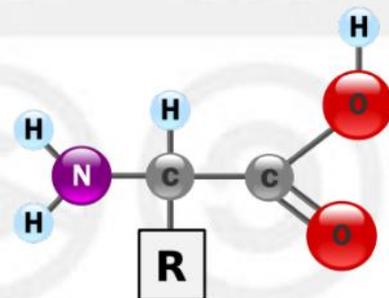
Es uno de los aminoácidos esenciales. Forma parte integral de muchos tejidos, especialmente el tejido muscular. Puede ser usada para conseguir energía por los músculos en ejercitación, posibilita un balance de nitrógeno positivo e interviene en el metabolismo muscular y en la reparación de tejidos.



Nota 3

Aminoácidos (Wikipedia)

Estructura genérica de un alfa aminoácido en su forma no ionizada. Los aminoácidos son moléculas que contienen un grupo amino (NH₂), un grupo carboxilo (COOH) y una cadena lateral (R) que varía entre los diferentes aminoácidos. Los elementos básicos de un aminoácido son el carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N). Son particularmente importantes en bioquímica, donde se les suele llamar alfa aminoácidos.



Un aminoácido alfa tiene la fórmula química genérica: H₂NCH-R-COOH, donde R es un sustituyente orgánico. El grupo amino (NH₂ o H₂N) está enlazado al átomo de carbono inmediatamente adyacente al grupo carboxilo (α-carbono).

Existen otros tipos de aminoácidos cuando el grupo amino está enlazado a un átomo de carbono diferente; por ejemplo, en los gama- aminoácidos (como el ácido gamma-aminobutírico) el carbono al que está enlazado el grupo amino está separado del grupo carboxilo por dos átomos de carbono. Los alfa-aminoácidos se diferencian por la cadena lateral (grupo R) enlazada a la α-carbono, que puede variar de peso desde un solo átomo de hidrógeno en la glicina hasta un grupo heterocíclico grande en el triptófano. Los aminoácidos son muy importantes para la vida y tienen muchas funciones en el metabolismo. Una función muy importante es que sirven como bloques de construcción de las proteínas, que son largas cadenas lineales de aminoácidos.

Los aminoácidos pueden estar unidos en diferentes secuencias para formar una amplia variedad de proteínas.

Hay 22 aminoácidos que son incorporados de manera natural en polipéptidos y son llamados proteínógenos o aminoácidos estándares. De estos, 20 son codificados por el código genético universal.

Hay nueve aminoácidos que se denominan "esenciales" para los humanos, ya que no pueden ser sintetizados a partir de otros compuestos por el cuerpo humano, y por lo tanto deben incorporarse a partir de la ingesta.

Nota 4:

Creo que el acetolactato alfa también se llama ácido acetoláctico.

Fuentes:

<http://beersensoryscience.wordpress.com/2010/11/18/diacetyl-1/>

George Fix: Principles of Brewing Science (Brewer's Publications. Second edition. Boulder, 1999)

Chris White & Jamil Zainasheff. Yeast. (Brewer's Publications. Boulder, 2010)

Chris Boulton & David Quain. Brewing yeast & fermentation. (Blackwell publishing, Oxford, UK, 2006)

Priest & Steward. Handbook of Brewing. (Taylor & Francis 2006 Second edition.)

9. Césped

Cuando hablamos de olores de hierba, de hoja de hiedra y cosas parecidas, a menudo nos referimos a aromas introducidas por los lúpulos. (Nota 1)

Como siempre, los olores de hierba no son un defecto si se han descado, por ejemplo introduciendo deliberadamente lúpulos de los cuales sabemos que aportarán este perfil.

Alguna vez hemos podido sentir olor a tabaco pero no estamos seguros de que forme parte de esta categoría. Otra cosa es el exceso de olor a hierba, con notas excesivas de clorofila (Nota 2). Estos aromas, en general no queridas, y por lo tanto consideradas defectos, suelen proceder de maltas de baja calidad, maltas mal almacenadas o maltas demasiado viejas.

Hexanal



El compuesto principal responsable de este olor es el **hexanal**, un aldehído detectable a una concentración de 0,2ppm.

Otros aldehídos pueden intervenir y aportar, además de olores de hierba, olores de barniz viejo (?), Patatas fritas, pepino y cartón.

Se describen hasta 42 aldehídos diferentes en la cerveza. Ya hemos descrito alguno de ellos. Estos aldehídos no suelen ser aportaciones especialmente agradables en la cerveza.

Algunos aldehídos tienen su origen en la fermentación (acetaldehído). Otros son el resultado de la degradación de aminoácidos durante la cocción mientras que otros son el resultado de la descarboxilación de ácidos grasos. Cuanto más larga la cadena de carbonos en el aldehído, más desagradable es su aroma.

Nota 1:

Los olores de hierba son muy variables. Comprenden olores de prado fresco sin cortar, olores de hierba cortada y olores variadas de cortes de plantas. A menudo hablamos de hierba, pero para ser más precisos, deberíamos hablar de SAVIA. El olor que encontramos en la cerveza puede ser aquel olor que hace aquella brizna de hierba que masticamos cuando vamos pasear o, si somos más curiosos, lo que sentimos si cogemos una hoja de hiedra o de lo que sea, la trinchemos y después la olemos. Esto es uno de los aspectos de la hierba. No sé si es o no hexanal.

Nota 2:

Compremos chicle de clorofila ...

10. Grano, salvado

Otra vez, según el estilo, se pueden considerar más o menos aceptables los olores de grano fresco. En cambio, los olores de salvado o de paja son menos apreciados aunque también pueden ser aceptables.

La astringencia que podría acompañar el aroma de salvado o de paja es, en cambio, completamente inaceptable.

En general este perfil es introducido por:

- una molienda excesiva
- un enjuague a temperaturas demasiado altas
- un pH superior a 6 durante el aclarado
- grandes cocidos

- decocción mal conducida
- fuego directo bajo el macerador sin una buena agitación
- cerveza vieja
- masa sales minerales en el agua
- Hierro en el agua

11. Almendra (Nuez)

Sensorial

Las aromas a almendra se suelen describir principalmente con precisamente “almendra”, mazapán. Este aroma puede proceder de dos fuentes distintas.

- En primer lugar, se describe el diacetilo como algo que huele a mantequilla, pero según la cerveza y según la concentración de diacetilo que haya, éste puede oler a almendra, avellana o nuez.
- En segundo lugar, el olor a almendra denuncia la presencia de benzaldehído.

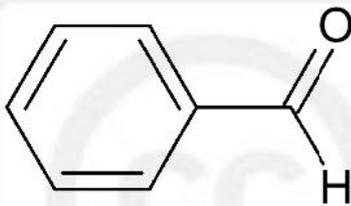
Benzaldehído:

El **benzaldehído** (C_6H_5CHO) es el representante más simple de los aldehídos aromáticos y uno de los miembros industrialmente más usados de esta familia de compuestos. A temperatura ambiente, es un líquido incoloro, con un olor a almendras agradable y característico: el benzaldehído es un componente importante de la esencia de almendras, de ahí su olor típico. Es un componente primario del aceite de extracto de almendras amargas.

Umbral de percepción: 0,35g/l. (algun autor señala 1mg/l.)

Concentración típica en la cerveza: entre 1 i 10 microgramos/L (1-10 $\mu\text{g/l.}$)

Origen



Algunas cepas de fermento producen benzaldehído al principio de la fermentación al mismo tiempo que el acetaldehído. Este hecho conduce a la presencia de aromas de almendra, de mazapán o también de nuez en la cerveza madura.

En la maduración también se produce este compuesto. Aparece en cervezas de larga maduración y que contienen maltas oscuras. Las melanoidinas, el alcohol y el oxígeno interactúan reduciendo compuestos volátiles como ésteres y componentes del lúpulo. Suele aparecer con otros aspectos oxidativos como aromas de frutas muy maduras (mermeladas) y toques de sherry.

El benzaldehído es pues, entre otras cosas, un producto de la oxidación que se puede controlar limitando al máximo el contacto de la cerveza con el oxígeno. Por lo demás, se puede controlar la producción de benzaldehído guardando la cervezas a baja temperatura (por debajo de 12°C).

Otras causas:

- Altos niveles de oxígeno durante la maceración y la cocción.
- No filtrar las coagulaciones en caliente y en frío aumentando la cantidad de ácidos grasos en la cerveza acabada.
- Exposición de la cerveza al aire durante el embotellado.
- Demasiado aire en los recipientes de almacenado.
- Contenedores no herméticos.
- Condiciones de almacenamiento impropias (temperatura por encima de 12°C)

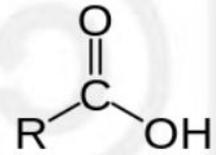
Apropiado:

Estos aromas son apropiados en estilos donde domina la malta como Munich Dunkel, English Mild, English Brown, Dunkelweizen, Weizenbock y otras cervezas de larga guardia, pero en todos los estilos, debe ser discreta y quedar integrada en el panorama general.

12. Los ácidos grasos

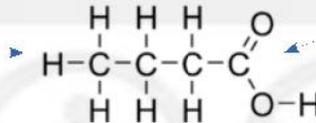
Los ácidos grasos también reciben el nombre de **ácidos carboxílicos**. Los más importantes, que suelen ser los más comunes, han recibido nombres particulares y, a posteriori han sido designados de forma sistemática. Por eso algunos ácidos grasos tienen dos nombres, el "tradicional" y el sistemático.

Los ácidos grasos o ácidos carboxílicos son pues unas moléculas orgánicas lipídicas formadas por una cadena hidrocarbonada (con átomos de carbono y de hidrógeno). La mayoría de estas moléculas tienen un número par de carbonos. A un extremo de la cadena, hay un grupo llamado carboxilo (-COOH) que es el que determina que esta molécula es un ácido graso.



Ejemplo: Ácido butírico:

Cadena carbonatada
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$



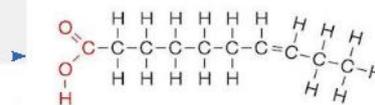
Grup
Carboxil
-COOH

Los ácidos grasos son los componentes de algunos lípidos como las grasas (triglicéridos).

Existen varios tipos de ácidos grasos, los hay "saturados" (los enlaces entre carbonos son todos simples) e "insaturados" (hay algún enlace doble entre carbonos) y estos últimos se distinguen en varias categorías en las que se puede entrar visitando el artículo de Wikipedia sobre esta entrada.

Ácido graso insaturado:

Grupo
Carboxil



Enlace
insaturado

Siempre hay ácidos grasos en la cerveza. Pero normalmente su cantidad suele ser baja y, por tanto, indetectable (por debajo del umbral de percepción). Cuando esta cantidad aumenta sensiblemente, estos ácidos se convierten en un problema porque se constituyen en aromas no apropiadas, desagradables o, incluso, repugnantes. Básicamente (entraremos en detalle para cada ácido), los olores que hemos podido repertoriar son los de **vinagre, fecal, jabón, cera, pútrido, vómito, rancio, sudor, queso, cabra** y otras descripciones menos gráficas (y por tanto menos comprensibles).

Como todos los olores, la cantidad de un compuesto que nos estimula determina mucho como la percibimos. Un compuesto como el indol (que no es un ácido graso pero que es un buen ejemplo) es percibido como floral y agradable a bajas concentraciones mientras que, en grandes cantidades más importantes imparten un fuerte olor fecal. Por ello, algunos ácidos grasos pueden ser considerados aceptables a niveles próximos al umbral de percepción generando alguna sensación positiva mientras que, cuando aumenta su presencia, muy rápidamente pasan a ser considerados horribles e insoportables. Y también por eso, y porque cada uno de nosotros tiene un umbral de percepción diferente, se describen las aportaciones aromáticas en general y las de los ácidos grasos en particular de forma variable (unos dicen queso demasiado maduro mientras que otros dicen vómito de bebé, por ejemplo).

Procedencia:

En la cervecera, los lípidos más importantes son los ácidos grasos. Suelen proceder de cuatro orígenes diferentes.

- Unos proceden del metabolismo del fermento y suelen ser saturados (no hay enlaces dobles entre los carbonos).
- Otros proceden de lúpulos oxidados. Estos suelen ser insaturados (suele haber algún enlace doble entre carbonos de la cadena).
- Se pueden también encontrar ácidos grasos que proceden de la malta. Estos también suelen ser insaturados.
- Finalmente, bastantes ácidos grasos proceden de infecciones bacterianas ajenas.

A) Metabolismo del fermento.

El metabolismo del fermento en el mosto comprende varias etapas, entre las que figura la fase llamada "de latencia". Durante esta fase, el fermento necesita grandes cantidades de oxígeno para sintetizar esteroides y ácidos grasos insaturados que son necesarios como factores de crecimiento (entiéndase de multiplicación) dado que son básicos para la constitución de la membrana celular entre otras cosas. Normalmente, la mayoría de estos ácidos grasos son metabolizados, o sea, consumidos por el mismo fermento. Pero suele ocurrir que no todos estos ácidos grasos sean absorbidos y que se queden en suspensión en la cerveza. Este hecho es negativo porque entonces, estos ácidos grasos, si hay cantidades detectables, pueden provocar olores desagradables o ser precursores de compuestos de su oxidación o degradación que implican olores rancios en la cerveza terminada. Este fenómeno es llamado "Yeast bite" por los cerveceros caseros americanos.

B) Lúpulos oxidados.

Los lúpulos almacenados en malas condiciones pueden perder significativas cantidades de ácidos alfa (AA) en un plazo de un año.

Por ejemplo, el nivel de AA del Cascade, aún conservado en fresco, pasa de 7,6 a 4,6% en ese lapso de tiempo. Cabe imaginarse una degradación mucho más intensa en condiciones adversas.

El producto final de la oxidación de la humulona durante un almacenamiento defectuoso comprende una gran cantidad de compuestos entre los que hay que podemos citar el ácido valérico, el ácido butírico y el ácido 2-metil-butírico. Los aromas aportados por estos compuestos son principalmente los de **queso**.

La oxidación del humuleno suele aportar aromas de **artemisia**.

Muchas veces, malas condiciones de almacenamiento, especialmente cuando la temperatura es demasiado alta, inducen o aceleran la oxidación de los componentes del lúpulo. En algún caso, hemos podido observar cómo, en una cerveza viva, el fenómeno se revertía con un buen tiempo de guardia a temperatura correcta. Pero no es siempre así y no he podido averiguar a qué se debía esta reversibilidad (no lo he encontrado en ninguna parte).

C) Malta.

Los ácidos grasos insaturados que proceden de la malta se encuentran en suspensión en el mosto. Forman parte de las turbiedades de esta fase de la elaboración. Constituyen fácilmente el 50% de los lípidos presentes. Un mosto turbio puede contener entre 5 y 40 veces más ácidos grasos que un mosto filtrado y claro. Los ácidos grasos de larga cadena (creo que son los que contienen entre 12 y 18 carbonos) que proceden de la malta pueden ser perniciosos y dar malos sabores y aromas en la cerveza terminada si no son controlados, pero no son malos del todo: contribuyen a un buen metabolismo del fermento e inhiben la formación de algunos acetatos desagradables durante la fermentación. En otro caso, un exceso de ácidos grasos de larga cadena puede impedir una buena formación de corona de espuma y puede conducir a la aparición de aromas rancios.

Hay muchos ácidos grasos de esta categoría en la cerveza. Los más importantes serían el **ácido oleico** y el **ácido linoleico**. Ambos tienen 18 carbonos y algunos enlaces dobles. Lo que hace que son ácidos orgánicos es el grupo -COOH que aparece al principio o al final de la molécula. Hay una larga y controvertida discusión sobre la cantidad de turbidez aceptable en un mosto que incurre en saber hasta qué punto estos ácidos grasos son buenos y desde qué punto ya son perniciosos. Dicho de otra manera, se trata de saber como hay que filtrar el mosto para evitar los efectos negativos y potenciar los efectos positivos de la presencia de ácidos grasos en la cerveza.

D) Infecciones bacterianas:

Otra fuente de generación de ácidos grasos son algunas infecciones bacterianas como la de *Brettanomyces* que introduce ácido isovalérico en la cerveza, al margen del ácido acético [vinagre], del 4-etilfenol [farmacia] y del 4-etilguaiacol [humo] que ya produce.

Además, bacterias de especies como *Megasphaera* y *Pectinatus* fabrican cantidades notables de ácidos grasos entre los que se encuentra principalmente el ácido butírico, con su peculiar y repulsiva olor a vómito de bebé. Algunos *Clostridium* y *Bacilos* pueden añadirse también a la fiesta de la cerveza infectada.

Detalle de algunos ácidos:

Los ácidos grasos más importantes que encontraremos en una cerveza estropeada o casi son los siguientes:

- 01.- Ácido Butírico o Ácido Butanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$) ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)
- 02.- Ácido Isobutírico ($\text{CH}_3)_2\text{CH-COOH}$) ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)
- 03.- Ácido Valérico o Ácido Pentanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$) ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$)
- 04.- Ácido isovalérico o Ácido 3-metil-butanoico ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$)
- 05.- Ácido Caproico o Ácido Hexanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$) ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$)

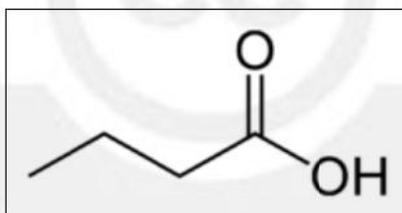
06.- Ácido Caprílico o Ácido Octanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$) ($\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$)

07.- Ácido Enántico o Ácido Heptanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$) ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$)

08.- Ácido Caprílico o Ácido Decanoico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$) ($\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$)

01.- Ácido butírico o Ácido Butanoico.

Su fórmula es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$, o bien, en su forma reducida: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$



Es considerado un ácido carboxílico de cadena "corta" (sólo 4 carbonos).

Es un ácido considerado "flojo".

La palabra "butírico" procede del griego βούτυρο, y significa "mantequilla".

El nombre sistemático del ácido butírico es Ácido Butanoico.

El ácido Butanoico es producido en condiciones anaerobias.

Sensorial:

El ácido butírico suele añadir olores a **rancio**, de **vómito** de criaturas y, en casos extremos, de **pútrido**. También hemos recogido **mantequilla rancia**, **Parmesano** y **olor corporal (sudor)**.

Su sabor es agrio con un final dulce.

Los perros lo detectan a 10 ppb! Mientras que nosotros lo detectamos a 10 ppm.

El Ácido butírico se detecta mejor con un pH general de la cerveza bajo.

Procedencia:

Normalmente este compuesto es sintetizado por bacterias indeseables durante la elaboración del mosto (maceración) y, ocasionalmente también se puede producir que las bacterias que lo forman se infiltren durante el envasado.

De momento, sólo hemos encontrado dos familias de bacterias responsables de su presencia **Bacillus subtilis** y **Clostridium**. Además, nos citan especialmente el **Megasphera** y el **Pectinatus**, como responsables de la presencia de muchos ácidos grasos pestilentes en la cerveza y, en especial, del ácido butírico.

Los ésteres de Ácido butírico (metil butirato) huelen "bién" y son usados en perfumería.

El ácido butírico tiene un isómero llamado ácido isobutírico o 2-metilpropanoico que estudiaremos en el apartado siguiente.

Como la causa de la presencia de ácido butírico son estas bacterias, la forma de no encontrar ácidos grasos en la cerveza, al menos estos, es extremando la higiene.

Control

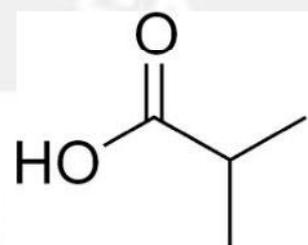
Limpieza absoluta según los protocolos conocidos.

02.- Ácido Isobutírico:

El ácido isobutírico también es conocido con el nombre sistemático de ácido 2-metilpropanoico. Tiene otros nombres como ácido 2-metilpropionico, ácido valerianico y ácido isobutanoico.

Su fórmula resumida es $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ de manera que tiene la misma fórmula resumida que el ácido butírico. Comparemos con el ácido butírico del título de esta sección y veremos que lo que es diferente sólo es la estructura.

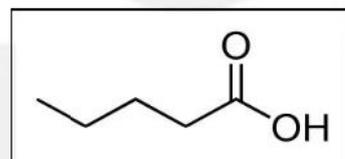
Su olor suele recordar la de la **algarroba** (*Ceratonia siliqua*). De hecho es el principal constituyente del olor de esta fruta. En otro caso, también se encuentra en la raíz de **Árnica** (*Árnica dulcis*).



03.- Ácido valérico

El Ácido Valérico también es conocido con el nombre sistemático de Ácido Pentanoico, Ácido propilacético, y de Ácido Butano-1-carboxílico. Su fórmula abreviada es $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.

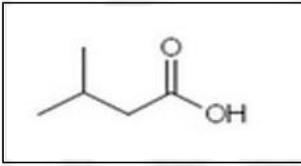
Como todos los ácidos grasos de cadena corta, su olor no es agradable. Su nombre procede de la **Valeriana** (*Valeriana officinalis*) donde se encuentra bastante. Si se ha tomado infusión pura de valeriana alguna vez, se sabrá de qué va este asunto. Se describe a menudo como **sudor pimientada** ...



Como en el caso de los otros ácidos grasos malolientes, los ésteres que proceden del ácido valérico (etil valerato, pentilo valerato) son agradables y son usados en perfumería y en la alimentación por sus olores frutados

que suelen recordar la manzana y la piña entre otros.

04.- Ácido Iso-valérico



El Ácido isovalérico es conocido también con los nombres de Ácido 3-metilbutanoico (nombre sistemático), Ácido Delfínico, Ácido 3-metilbutírico, Ácido Isopentanoico.

Es un isómero del ácido Valérico. En efecto, tiene la misma fórmula química resumida (C₅H₁₀O₂) pero tiene una estructura diferente.

Concentración típica en la cerveza: 0,2-1,5 mg/l.

Umbral de percepción: 0,7-1 mg/l.

El ácido isovalérico tiene un fuerte olor punzante de **queso** o de **sudor**. Pero sus ésteres son muy agradables y se también utilizan en perfumería. Es el principal componente del **olor de pies** porque es metabolizado por las bacterias de la piel a partir de la Leucina. El Ácido isovalérico también es el principal responsable del olor de **queso** y/o **queso azul** de los lúpulos oxidados. Además, se señalan también olores de **pútrido**, a **queso rancio**, a **raíz de valeriana** y a **sudor**. Algunos más gráficos hablan directamente de **calcetines sucios de sudor**.

Origen:

La principal fuente de ácido isovalérico en la cerveza es el uso de lúpulos en mal estado. La oxidación de compuestos del lúpulo suele también introducir ácido **butírico**, **valérico** y **2-metil-butírico**.

Detalles de los ácidos grasos: los lúpulos contienen al menos cinco tipos principales de ácidos alfa. Humulona, Adhumulona, Cohumulona, Posthumulona y Prehumulona. Estos ácidos son muy parecidos.

Humulona	Co-Humulona	Ad-Humulona
Pre-Humulona	Post-Humulona	

Uno de estos ácidos, la **humulona**, tiene un grupo llamado isovaleril, que cuando se oxida por el tiempo o el almacenamiento impropio, se aísla de la molécula y se convierte en sensorialmente activo aportando dichos olores de queso, rancio, olor de pies, etc.

Otra forma que podría tener el Ácido isovalérico de introducirse en la cerveza es la vía bacteriana. Concretamente, infecciones por **Brettanomyces**. Este ya lo conocemos porque suele ser también responsable de la presencia de Ácido Acético (vinagre), del 4-etilfenol (desinfectante) y de 4-etilguaiaacol (humo).

Pero el Brettanomyces necesita mucho tiempo (hasta 8 meses) para producir efectos sensorialmente notables. En este supuesto, la solución está muy clara: extremar las medidas de prevención de infecciones. Cabe decir que el Brettanomyces, una vez instalado en un equipo es muy, muy difícil de eliminar. Es mejor pues ser preventivo que curativo en este aspecto.

Los ácidos caproico, caprílico y caprílico reciben su nombre del latín CAPER y se refieren a la cabra puesto que son compuestos comunes en las grasas animales y suelen recordar el olor de este animal.

Fuentes:

<http://beersensoryscience.wordpress.com/2010/12/09/isovaleric-acid/>

<http://www.flavoractiv.com/drinks/beers/>

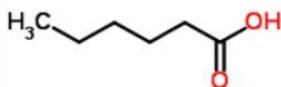
http://en.wikipedia.org/wiki/3-Methylbutanoic_acid

<http://chemicalland21.com/specialtychem/perchem/ISOVALERIC%20ACID.htm>

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=10430>

http://chemconnections.org/Smells/Isovaleric_acid.html

05. Ácido Caproico



Otros nombres:

Sistemático: Ácido hexanoico. (Hexa: 6, por los 6 carbonos presentes). Otros nombres: Ácido Butil-acético, Ácido Capronico, Ácido Hexoico, Ácido Pentiformico, etc.

Fórmula resumida: $C_6H_{12}O_2$

Fórmula extensa: C_5H_6COOH

El Ácido Caproico es muy poco soluble en agua (1.082 g/100 g), de modo que lo citamos sin estar seguros de que el encontraríamos en la cerveza. En el FlavourActiv, no lo citan.

Se le encuentra habitualmente en las grasas de la leche, en la grasa de coco o en el aceite de palma. Suele producir un olor punzante de **grasa (manteca)**, de **queso** y/o de **cera**. También se le describe como olor de **cabra** o, más extensivamente, como olor de animal de granja. Además hay quien lo describe como ácido y rancio.

Su procedencia podría ser una infección por *Brettanomyces*.

Su presencia es "normal" hasta cierto punto en los estilos de fermentación espontánea.

No hemos podido averiguar su umbral de percepción en los humanos.

Fuentes:

<http://www.thegoodscentscompany.com/data/rw1008541.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Hexanoic_acid

http://chemconnections.org/Smells/caproic_acid.html

http://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/02_3_2.pdf

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2964470/>

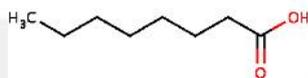
<http://www.cschi.cz/odour/files/world/1/thresholds%20table.pdf>

<http://cameochemicals.noaa.gov/chem/HXO.pdf>

http://en.wikipedia.org/wiki/Hexanoic_acid

http://www.flavoractiv.com/products_categories/beer-flavour-standards/

06. Ácido Caprílico



Otros nombres :

Ácido Octanoico , Ácido C-8 , Capryloato, Ácido Octoico, Ácido Octico, Ácido 1-Heptacarboxílico, etc.

Fórmula condensada: $C_8H_{16}O_2$

Fórmula extendida: $CH_3(CH_2)_6COOH$

Se encuentra de forma natural en la mantequilla, en la leche condensada, en los helados, la leche y el yogur. Por otra parte, también se puede encontrar en el aceite de coco y el aceite de palma.

Propiedades medicinales: http://www.ehow.com/about_5036019_caprylic-acid.html

Olores: Cabra, cera, grasa.

Umbral de percepción: 4-6 mg/L (4-5 según los autores).

Los aromas del ácido caprílico se forman entre otros durante la guardia y también pueden proceder del autólisis del fermento. Se notan mucho mejor cuando el pH es bajo.

Los fermentos de baja fermentación producen más que los de alta fermentación de manera que en algunos casos, se considera que alguna presencia de "cabra" en algunas Lager podría ser aceptable.

La actividad de *Brettanomyces* conduce a un aumento significativo en ácido caprílico (C8) y ácido cáprico (C10) (también se forman pequeñas cantidades durante la actividad de *Saccharomyces cerevisiae* junto con sus ésteres asociados, etil caprilato y caprato de etilo. Estos compuestos producen aromas de cabra en el producto final.

Los ácidos cáprico y caprílico son ácidos grasos de cadena corta y se cree que son subproductos del metabolismo de la levadura, producidos durante la síntesis de lípidos para las células de levadura y liberados en el medio a través de fugas en las membranas dañadas por el etanol, o como consecuencia de un mecanismo

autolítico (como acabamos de citar más arriba).

Las temperaturas más altas, la aereación y la agitación durante la fermentación pueden reducir las cantidades de ácidos grasos en la cerveza. La reducción de la ventilación/agitación produce concentraciones más altas. En la Gueuze, niveles de ácido caprílico de 12,4 a 21,85 ppm son aceptables.

En la antigüedad, los olores de cabra en la cerveza ya se consideraban como defecto:

<http://cervezaencatala.blogspot.com.es/2009/10/historia-roma-antiga.html>

Usos: El Ácido caprílico se utiliza como base para crear ésteres para la perfumería. También se usa en el tratamiento de algunas afecciones bacterianas (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*). También funciona como pesticida en la industria alimentaria, en escuelas, en veterinaria y otros lugares.

Fuentes:

http://en.wikipedia.org/wiki/Caprylic_acid

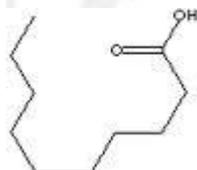
<http://www.chemicaland21.com/industrialchem/organic/CAPRYLIC%20ACID.htm>

<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=379>

<http://www.aroxa.com/octanoic-acid>

<http://www.beerbrewer.co.uk/>

07. Ácido cáprico.



Otros nombres: Ácido Decanoico, Ácido n-caprico, Ácido n-Decanoico, Ácido Decylico, Ácido n-Decylico, Ácido Decoico, Ácido 1-Nonano carboxílicos, etc. (me admira y me confunde esa afición de los químicos para denominar los compuestos...)

Fórmula resumida: $C_{10}H_{20}O_2$

Fórmula extensa : $CH_3(CH_2)_8COOH$

Se trata de un ácido graso saturado.

Se encuentra de forma natural en la leche de algunos mamíferos, en el aceite de coco y en el de palma (de corazón de palma).

Se utiliza en síntesis orgánica e industrialmente en la fabricación de perfumes, lubricantes, grasas, caucho, plásticos, colorantes, aditivos de alimentos y productos farmacéuticos.

Olores: cabra, grasa, rancio.

Discusión

En *Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages*: página 92, tabla 52 y 53, se puede ver cómo los ácidos grasos son normales en la cerveza y sobre todo que están casi todos, incluyendo el Ácido Decanoico.

Lo único que hay que vigilar es que no sobrepasen el umbral de percepción. No hemos encontrado el Ácido caprílico en esta reseña. Pero hay que saber que, como todos los ácidos carboxílicos, su procedencia puede ser por infección (*Brettanomyces*).

Una célula de levadura es como un gran globo lleno de micro-componentes así como componentes químicos destinados a alimentar la célula o a construir otra, lo que incluye ácidos carboxílicos. En situaciones de estrés (en un ambiente químicamente hostil), la célula muere y revienta. Esto se llama autólisis. Las paredes de la célula ya no aíslan el contenido del medio ambiente, y se esparce este contenido. Esto explicaría la presencia de ácidos carboxílicos en la cerveza.

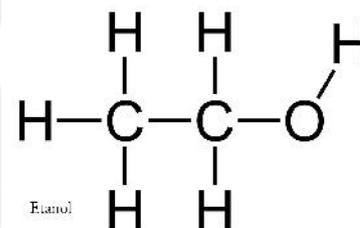
Hay que cambiar la cerveza de fermentador para evitar un contacto demasiado largo de las células muertas con la misma cerveza. Es algo importante que hay que vigilar en cervezas que se quieren fermentar mucho tiempo o que no se quieren pasteurizar.

13. Alcoholes.

La presencia de alcohol etílico (CH_3-CH_2-OH) en la cerveza es normal y deseada. Diríamos que hasta necesaria. Normalmente decimos que notamos el alcohol cuando encontramos un poco de olor a alcohol de curar las heridas y sobre todo cuando notamos su calor en la boca, en la garganta y posteriormente, a las mejillas.

La cerveza debe contener alcohol, pero existen muchos tipos de alcohol. Lo que nos interesa es el alcohol etílico pero se pueden formar, especialmente en fermentaciones de alta densidad y de alta temperatura, alcoholes de cadena más larga que el alcohol etílico y que se denominan alcoholes de fusel o aceites de fusel.

Los alcoholes fusel, también llamados a veces alcohol de patata, son una mezcla de varios alcoholes (principalmente alcohol amilo) producida como subproducto de la fermentación alcohólica. La palabra fusel en



alemán significa "mal licor". (Hoy en día este concepto ha sido sustituido por el de Begleitalkohol: alcoholes de acompañamiento).

La cuestión de si los alcohol fusel contribuyen o no a los síntomas de la resaca se encuentra en debate científico.

Alcoholes en la cerveza:

2-phenylethanol: Rosas, amargo, perfumado. UP¹²: 8-35mg/l.

4-vinyl guaiacol: clavo de especia. UP: 0,05-0,55 mg/l.

Cis-3-hexeno-1-ol: hierba acabada de cortar. UP: 0,025mg/l.

Ethanol: Alcohólico, fuerte. UP: 5000-100.000mg/l.

Glicerol: Dulzón, viscoso. UP: 1300-200mg/l.

Alcohol isoamilo: Vinosos, plátano, dulce. UP: 30-70 mg/l.

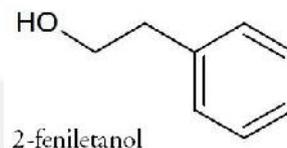
Isobutanol: Alcohólico. UP: 80-100mg/l.

N-propanol: Alcohólico. UP: ~600mg/l.

Fenoles. Ver este apartado.

Propano-1-ol: Alcohólico: 3-16mg/l.

Tyrosol: amargo. UP: 3-40mg/l.



Alcoholes de Fusel

Las concentraciones excesivas de algunos alcoholes distintos del etanol pueden causar sabores desagradables, a veces descritos como "especiado", "picante" o "disolventes orgánicos". Algunas bebidas como el ron, el whisky (especialmente Bourbon), la vodka incompletamente rectificada (por ejemplo Siwucha), así como cervezas de alta fermentación y sidras tradicionales, pueden presentar relativamente altas concentraciones no peligrosas de alcoholes de fusel como parte de su perfil de sabor. Sin embargo, en otras bebidas, como el vodka, y las cervezas de baja fermentación, la presencia de otros alcoholes que el etanol es considerada como un error.

Los compuestos implicados son principalmente :

- 2- methyl -1- butanol
- Alcohol isoamil - (alcohol isopentil)
- Alcohol isobutilo - uno de los menos tóxicos.
- Alcohol-n- propilo
- 1-propanol
- 2-propanol
- butanol (varios isómeros)
- alcohol amílico
- furfural

Estos alcoholes no son especialmente sanos y en grandes cantidades, son bastante perniciosos. Pero en cantidades apenas perceptibles, pueden aportar olores especiadas que, a menudo recuerdan la **pimienta** pero que pueden recordar otras especies como la **canela** o la **nuez moscada** . En caso de exceso, nos podríamos encontrar olores de **disolvente** y sensaciones de ligera **quemazón** en boca.

En general, para la detección e identificación de este alcoholes se puede proceder de la siguiente forma:

1. Se nota el alcohol
2. En caso positivo se busca automáticamente posibles notas de disolvente
3. También se buscan notas especiadas, especialmente pimienta negra.

Las notas de disolvente y de especies no son exclusivas. Se puede encontrar sólo una cosa, sólo la otra o las dos cosas juntas. Evidentemente, se puede encontrar alcohol etílico y basta.

Formación de los alcoholes de Fusel

Los alcoholes de fusel se forman por diversas causas.

1. En primer lugar, existen cepas de fermentos que producen por naturaleza grandes cantidades de este compuesto. Algunos elaboradores desean y valoran esta característica.
2. En segundo lugar, las temperaturas de fermentación "demasiado altas" suelen crear alguna forma de estrés en los fermentos y éstos, en estas circunstancias, producen más alcoholes de fusel la cuenta.
3. A veces, si se hace alguna aireación accidental en caliente, se pueden formar alcoholes de fusel oxidados (olores de disolvente).
4. Los alcoholes de fusel se pueden producir por cantidades excesivas de levadura, o cuando la levadura se encuentra demasiado tiempo en el fermentador. Esta es una razón para sacar el material cuajado en caliente y en frío cuando la cerveza tenga que pasar mucho tiempo en el fermentador.
5. La actividad del fermento se puede encontrar impedida por el exceso de Nitrógeno y provocar la

formación de alcoholes de fusel. (Ver el capítulo sobre diacetilo).

Como en muchos otros compuestos, de alcoholes de fusel hay siempre. Sólo tenemos que estar atentos para tener la cantidad justa y adecuada en la cerveza que queremos hacer. Una Bitter inglesa tendrá muchos menos que una abadía de corte belga y mucho más que una Pils que tendrá apenas algún rastro que deberá pasar desapercibido.

Cervezas de alta densidad.

A veces, si se debe añadir alguna forma de azúcares, lo mejor es introducirlos un poco más adelante en la fermentación. Esto se llama "chaptalitzación". Los belgas añaden "azúcares preparados", falsamente llamados "Candi" a sus cervezas más fuertes, a media fermentación. Algunos cerveceros caseros recomiendan la adición al cabo de un par de días cuando la levadura se encuentra más allá de la fase de latencia y en plena actividad.

El exceso de azúcar en el mosto puede estresar la levadura y hacer que le cueste encontrar los nutrientes que necesita para multiplicarse y formar paredes celulares fuertes. Es muy importante, en la elaboración de cervezas de alta densidad, vigilar atentamente la temperatura, los nutrientes y el oxígeno.

Chaptalitzación:

Enol: Operación que consiste en añadir al mosto azúcar o determinados sustitutos del azúcar, antes de la fermentación alcohólica o durante este proceso, con el fin de aumentar el grado del vino.

14. Fenoles

Sensorial:

Los compuestos fenólicos en la cerveza son descritos habitualmente como recordando el **clavo**, las **tiritas medicinales** o simplemente como aromas de "**HOSPITAL**". Incluiríamos también olores de desinfectantes yodados y sobre todo clorados. Sinó se pueden percibir como olores de **humo**, de **plásticos** o de **bakelita**. También se mencionan olores de PLÁTANO e incluso, hemos encontrado que afirmaba que algunos toques de VAINILLA son de origen fenólico.

Los FENOLES tienen unos umbrales de percepción muy bajos y, además, según su concentración, los podemos percibir de forma diferente. En algunos casos extremos, parece que los FENOLES pueden impartir sequedad e incluso astringencia a la cerveza.

Estilos

Algunos olores fenólicos, como lo acabamos de comprobar son aceptables o incluso apropiados según lo que aportan y según el estilo de cerveza.

Los olores fenólicos más conocidos son los de las cervezas de trigo del sur de Alemania (**Weissbier**, **Weizenbier**, **Dunkel Weissbier**, etc.) que ofrecen aromas de **clavo** producidas por cepas de levadura especialmente escogidas para producir esta característica. Estos fermentos convierten el ácido ferúlico de la malta en un compuesto llamado **4-vinyl guaiacol**. Parece que el motivo de esta nota tanto dominante en estas cervezas es el mucho más alto contenido en ácido ferrúlico en el trigo respecto de la cebada.

También son aceptables los olores fenólicos de este tipo en cervezas de alta fermentación belgas y en alguna Bitter australiana.

Otras variedades de fermento también pueden producir cantidades significativas de fenoles. Muchos fermentos belgas y algunos de británicos también producen este tipo de compuestos aunque en una proporción inferior. Las variedades de fermentos que producen fenoles lo hacen como parte inherente de su metabolismo. No es nada excepcional. Estos fermentos tienen simplemente enzimas que otros no tienen. Por lo tanto, si un cervecero casero tiene problemas de presencia de olores fenólicos en sus cervezas, tal vez la solución más simple consista en cambiar de variedad de fermento.

Infecciones y demás causas de fenoles indeseados

La mayoría de las veces, las aromas fenólicas no apropiadas¹³ son atribuidas a la actividad de fermentos no deseados. (Infección por fermentos salvajes). Estos pero no suelen producir olores de clavo ni de plátano sino más bien de desinfectantes hospitalarios que nunca son apropiados en una cerveza.

Antes de imaginarse posibles infecciones, habrá que descartar fuentes de fenoles más fáciles de identificar. Una de ellas, la más corriente es la presencia de cloro en el agua. Cuando usamos agua del grifo para maceraciones, el cloro reacciona con los fenoles naturales presentes en el mosto para producir **clorofenoles**. Es un defecto común en las cervezas caseras. Y esto se puede evitar con facilidad desclorando por cocción o por filtración (con carbón activo) o, con más garantías, usando agua mineral envasada.

13 ...o sea que aparecen en cervezas que no sean las que hemos citado.

A menudo, los cerveceros caseros tienen problemas con aromas fenólicos que proceden de algún defecto en los procedimientos de maceración y de enjuague. Los fenoles extraídos durante estas dos etapas son llamados **POLIFENOLES** o **TANINOS**. Estos polifenoles reaccionan con las proteínas del mosto y provocan diversas formas de turbidez (*chill haze: turbidez que aparece en refrigerar la cerveza. Permanent haze: turbidez permanente*).

Otra fuente de polifenoles son las adiciones de lúpulo durante la cocción. Cuando introducimos lúpulos en la cocción, los polifenoles del lúpulo son extraídos dentro del mosto. Niveles altos de pH del mosto favorecen esta extracción. Pero los polifenoles no se disuelven en el mosto hasta que el pH desciende por debajo de 5,5.

La mayoría de los polifenoles del mosto proceden de la malta. En el caso de encontrar un exceso de polifenoles astringentes en el mosto, tendremos que intentar adoptar las siguientes medidas:

1. mantener el acidez del agua de enjuagar por debajo de 5.5
2. mantener una temperatura de enjuague por debajo de 75°C
3. Evitar un aclarado demasiado largo.

Más causas de la presencia de polifenoles:

1. Uso de aguas que contienen algas microscópicas. Normalmente son aguas que han sido almacenadas sin protegerlas de la luz. Estas algas producen polifenoles en cantidades detectables.
2. Aguas conseguidas de acuíferos sobreexplotados (contienen muchos fenoles por sí mismas).
3. Uso de aguas municipales, normalmente muy cloradas y, además, procedentes a veces de acuíferos o corrientes subterráneas muy fenólicas.
4. Uso de juntas impropias en el material de elaboración. Hay que usar gomas aptas para la elaboración de productos de alimentación.

Química:

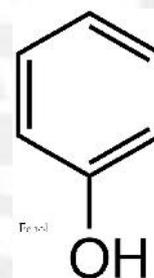
Los fenoles son compuestos orgánicos aromáticos que contienen el grupo hidroxilo (OH⁻) como grupo funcional.

Fórmula semidesarrollada C_6H_5OH

El fenol es conocido también como ácido fénico o ácido carbólico.

Las concentraciones naturales de compuestos fenólicos son usualmente inferiores a 1 µg/l y los más habituales son los fenoles, cresoles y los ácidos sirínico, vainílico y p-hidroxibenzoico.

El miembro más simple e importante de esta familia es el hidroxibenceno o **Fenol**.



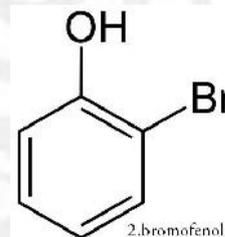
Se distinguen las influencias aromáticas fenólicas en los siguientes tipos:

1. - Bromofenoles:

Olor como de tinta, de aparato eléctrico viejo, de museo (desinfectante), de calentador de resistencias.

Nunca es apropiado.

Suele ser debido a la contaminación por bromofenol de la materia prima. Especialmente asociado al papel reciclado y cartones de embalaje. Materiales resistentes al fuego pueden también contaminar la cerveza por contacto. El principal bromofenol responsable de contaminaciones detectables en la cerveza es el **2-bromofenol**.



2. - Clorofenoles:

En química orgánica se denominan clorofenol a los compuestos que contienen un átomo de cloro unido a un grupo fenol. Se forman a partir de reacciones químicas entre el alcohol y desinfectantes a base de cloro¹⁴, cloro mismo¹⁵ o cloraminas¹⁶, que se usan para tratar los suministros de agua, o a partir de agua contaminada con compuestos de cloro.

Su presencia suele también deberse a una contaminación de materias primas por contacto con materiales de embalaje.

A diferencia de los ésteres o alcoholes de fusel, los fenoles son en gran parte no volátiles y no se convierten en otros compuestos. Esto significa que una vez que están en una cerveza, tienden a permanecer en ella.

Existe una variación genética en la capacidad de detectar ciertos compuestos fenólicos y algunas personas son completamente insensibles a ellos.



14 Lejía: hipoclorito de sodio

15 Ácido clorhídrico, HCl. Se emplea en la industria alimentaria, metalúrgica, desincrustante, productos de limpieza, abrillantador de pisos, destapador de caños y tuberías.

16 La **cloramina** (monocloramina) es un compuesto químico de fórmula NH₂Cl. Por lo general se utiliza como una solución diluida con función desinfectante

Para evitar olores de clorofenoles:

1. Se deben utilizar productos de limpieza a base de cloro y desinfectantes en las concentraciones adecuadas; más no es necesariamente mejor.
2. Se debe enjuagar completamente el equipo de elaboración y envasado para eliminar el desinfectante de cloro.
3. Tratar el agua para eliminar el cloro o las cloraminas.
4. Filtrar el agua con un filtro de carbón para eliminar las cloraminas y el cloro.
5. Dejar reposar el agua del grifo durante la noche para eliminar el cloro (no funciona para las cloraminas).

Sensorial:

Olores de elixir bucal, de antiséptico. Hospital. (Típicamente: Zotal)

Nunca es apropiado.

El más conocido es el **2,6-clorofenol**.

Umbral de percepción: 3-40 µg/l

3.- 4-Vinylguaiacol

Nombre UIPAC: 2-Methoxy-4-vinylphenol

El aroma de la sustancia pura se describe como: **manzana, picante, cacahuete, vinoso, clavo de olor y curry.**

El ácido ferúlico contenido en el grano es convertido por ciertas cepas de levaduras en 4-Vinylguaiacol. En particular estas cepas son utilizadas en la industria cervecera de cervezas de trigo. Por ejemplo la *Torulaspora delbrueckii* da a las cervezas tales como Weissbier y Witbier su sabor distintivo de "clavo de especia". El *Saccharomyces cerevisiae* y el *Pseudomonas fluorescens* también son capaces de convertir el ácido trans-ferúlico en 2-metoxi-4-vinilfenol.

Apropiado según los estilos. Como hemos visto, especialmente los estilos de trigo.

En exceso : contaminación bacteriana.

La literatura también clasifica el 4-vinylguaiacol entre los alcoholes de fusel.

Umbral de percepción: 0,05-0,55 mg/L.

En la literatura cervecera, el compuesto que nos interesa ahora es llamado también guaiacol. Pero es químicamente hablando incorrecto. Este compuesto químico tiene diversos nombres:

4-vinil guaiacol; 4-Ethenyl-2-methoxyphenol; 4-Hydroxy-3-methoxystyrene; 4-Vinilguaiacol; p-Vinil guaiacol; p-Vinicatechol-o-methyl ether.

Es muy curiosa esta afición de los químicos para complicar y enrevesado diabólicamente el nombre de las cosas de esta manera.

Bueno, para nosotros, será el 4-Vinilo-guaiacol, o 4VG para hacerlo corto y manejable.

El 4VG huele principalmente a clavo y accesoriamente hay quien lo ha descrito como manzana, picante, cacahuete, vino, y también curry. Personalmente sólo he podido identificar el clavo, la manzana y el curry. Normalmente suelo atribuir el "picante" en el centeno. No he encontrado nunca cacahuete y no suelo asociar los aromas vinosos con el 4VG.

Hemos leído también que el 4VG es un olor típico del trigo sarraceno. También hay que notar que en ciertas concentraciones (que no hemos podido averiguar) el 4VG también puede ser percibido como aroma ofensiva y desagradable. Algo que también ocurre con el Indole, por ejemplo.

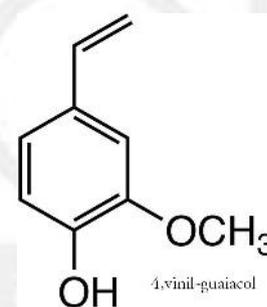
Las cepas normales y habituales de *Saccharomyces Cervesiae* no suelen producir mucho 4VG. Para conseguir cantidades notables e identificables de 4VG, hay que usar expresamente cepas que lo producen o de hongos y/o bacterias que no son necesariamente *Saccharomyces* pero sí lo producen (*Saccharomyces delbrueckii*, *Pseudomonas fluorescens*; *Torulaspora delbrueckii*).

El 4VG es un compuesto aromático fenólico que se produce por descarboxilación enzimática o térmica del ácido ferrúlico. Su umbral de percepción se encuentra alrededor de 200ppb (200 partes por billón).

Para que haya una cantidad detectable de 4VG, hay que reunir dos condiciones:

- a) Que haya algún hongo o bacteria capaz de producirlo y / o
- b) que haya trigo en la engranada dado que la cebada no contiene ácido ferúlico (o contiene poco. No he acabado de dilucidar esto).

Por tanto, no es de extrañar que una cerveza que contenga trigo presente aroma de clavo pero, en cambio, si no hay trigo, este olor podría ser señal de contaminación.



4. - Plásticos

Olores de producto químico, de poliestireno, de plástico quemado y de stirèno.
Nunca es apropiado.

Producido por fermentos salvajes durante la fermentación. También señalan embalajes defectuosos o contaminados con CO₂.

5. - Humo

Bacon ahumado, caballa ahumada, salmón ahumado o simplemente humo.

Apropiado en forma intensa en estilos como Rauchbier, smoked beer o Steinbier.

Apropiado en otros estilos en forma muy discreta, especialmente cervezas de alta fermentación escocesas y algunas Lager alemanas.

Suele ser un añadido voluntario: se expone la malta al humo de madera de haya.

Algunos lúpulos aportan un toque ahumado muy tenue y algunos fermentos también.

Puede ser también el resultado de una contaminación por fermento salvaje (a menudo acompañado de toques azufrados.)

6.- Especiado

Olores de clavo, de eugenol (ver nota) y de diferentes formas de pimienta.

No es apropiado en cervezas de baja fermentación. Apropiado en la familia de las Weissbier, en muchas cervezas de alta fermentación belgas y en alguna Bitter australiana. También suele acompañar densidades elevadas de alcohol (> 7%)

Los olores especiados también se forman en la maduración.

7.- Vainilla

Olores de crema pastelera, de helado de vainilla, etc.

Es la única aroma considerada siempre positiva en todas las culturas del mundo (que la conozcan).
Apropiada en forma discreta en muchos estilos de alta fermentación.

Puede proceder también de un largo proceso de maduración y/o envejecimiento de una cerveza. Procede de la destrucción de los materiales de las paredes celulares. También puede proceder de la descomposición de otros materiales fenólicos aportados por alguna contaminación bacteriana.

Nota:

El Eugenol se encuentra en las hojas de laurel, pimienta de Jamaica y el clavo. El Eugenol tiene una cadena de hidrocarburo unido al anillo lo que hace que sea menos soluble en agua que la vainillina. No se disuelve bien en agua mientras que lo hace bien en grasas y aceites.

El olor es fuerte. No se necesita mucho laurel para aromatizar algo, ni mucho clavo tampoco.

El eugenol tiene propiedades soporíferas y analgésicas. Se ha utilizado como analgésico bucal (clavo).

Fonts:

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Fenol>

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Fenols>

<http://www.iesberenguer.net/departaments/fisicaiquimica/organica/apunts6.htm>

http://www.flavoractiv.com/products_categories/beer-flavour-standards/

15. Indol

el **Indol** es un compuesto orgánico heterocíclico, con estructura bicíclica que consiste en un anillo de seis miembros (benceno) unido a otro de cinco miembros.

Concentración típica en la cerveza: <5µg/l.

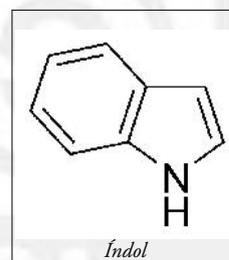
Umbral de percepción: 5-15 µg/l.

Puede producirse, a menudo con acompañamiento de DMS, mediante bacterias (*Escherichia Coli spp.*) como producto de la degradación del aminoácido triptófano, así como su derivado, el escatol. Esto ocurre en forma natural en las heces humanas, presentando el indol un intenso olor fecal. Se detallan olores como, caballeriza, entérico, fecal o tocino.

Sin embargo, a muy bajas concentraciones, su aroma es floral y constituye varias esencias florales y perfumes. También está presente en el alquitrán de hulla.

La presencia de Indol, teniendo en cuenta su procedencia, no es nunca adecuada pero algunas aromas florales pueden recordarlo en su faceta perfumada.

Causa de su presencia.



El Indol surge en fermentaciones que hayan sido contaminadas por bacterias coliformes (las habitualmente asociadas a las aguas residuales), y tiende a ser más común cuando se utilizan azúcares adjuntos que a su vez están contaminados. Una fermentación que empieza tarde puede ser una señal precursora de este tipo de infección.

En este caso, la prevención consiste en una seria desinfección del sistema de producción.

16. Oxidaciones

Sensorial

Papel, cartón, papel mojado, sherry, fruta podrida, col. Todos estos aromas pueden proceder de diversos fenómenos de oxidación.

La oxidación resulta de la interacción del oxígeno disuelto con otros compuestos químicos en la cerveza, por lo general compuestos carboxilo. Es la principal fuente de inestabilidad del sabor durante el almacenamiento de la cerveza. La oxidación se incrementa mediante la introducción de aire en el mosto o en la cerveza después que la fermentación haya comenzado y/o mediante el almacenamiento de la cerveza a altas temperaturas en envases no herméticos.

Hay muchas causas de la inestabilidad del sabor en la cerveza que ya hemos visto incidentalmente tratando de otras cuestiones. La inestabilidad del sabor se puede observar como una caída progresiva en el amargor del lúpulo (el amargor restante puede llegar a ser más duro), en el sabor a lúpulo, en las aromas del lúpulo y en sus ésteres. Los cambios en el sabor o el aroma debido a la inestabilidad de sabor son más perceptibles en las cervezas más suaves que en las que son más llenas de sabor y aromas.

En una oxidación temprana y hasta a media oxidación, la cerveza podría desarrollar notas de hoja de grosella negra (orines de gato) y/o notas de cuero¹⁷ que desaparecen con el tiempo. A medida que la cerveza envejece, también puede desarrollar aromas a miel (2-3, *pentanodiona*, *Ácido Fenilacético*), aromas a pan o a caramelo y un aroma dulce o similar a la miel (distinto de la miel). Con más tiempo, la cerveza puede desarrollar notas de papel, jugo de tomate y/o de almendra, ácido isovalérico o notas de Sherry. Esto último a veces puede ser percibido como vinoso o leñoso.

Asimismo, los alcoholes duros o con toques de disolvente (alcoholes de fusel) pueden degradar en ésteres más agradables o en aldehídos, y la cerveza puede desarrollar aromas de tierra, toques metálicos y/o notas de paja. La cerveza envejecida a 25 ° C tiende a desarrollar notas de caramelo y, a 30-37 ° C se desarrollan más notas de papel.

Los cambios en el sabor o el aroma debido a la inestabilidad son más perceptibles en las cervezas más suaves que las más ricas en cuerpo y aromas.

Los principales factores de la oxidación son los niveles de oxígeno disuelto en la cerveza y la temperatura. El oxígeno se puede introducir en la cerveza en cualquier etapa durante el proceso de elaboración de la cerveza, de maceración a acondicionado. Excepto cuando se oxigena el mosto para mejorar el rendimiento de la levadura (la levadura absorbe el oxígeno disuelto en pocas horas), los cerveceros deben tomar todas las medidas posibles para evitar airear su producción.

Las cerveceras comerciales hacen grandes esfuerzos para evitar la oxigenación en todas las fases de la producción. Durante la maceración se empasta en un ambiente libre de oxígeno y, a ser posible, la maceración se bombea en el macerador desde abajo para minimizar su oxidación. El agua es desoxigenada y se bombea en el macerador bajo condiciones libres de oxígeno. Las bombas y otros equipos son revisados para asegurarse de que el oxígeno no entra en el macerado o el mosto durante las transferencias. La ebullición del mosto, la fermentación y el acondicionamiento también se llevan a cabo en ambientes libres de oxígeno. Los equipos de envasado modernos implican que la cerveza comercial embotellada tiene menos de 0,1 ppm de oxígeno disuelto.

Los compuestos más importantes responsables de los caracteres oxidados son el **trans -2- nonenal**, los **alcoholes de fusel** y el **acetaldehído**.

Causas probables de oxidaciones:

1. Aireación de la cerveza durante las manipulaciones,
2. demasiado espacio en el cuello de la botella,
3. cerveza demasiado vieja,
4. temperaturas de guarda demasiado altas,
5. demasiada variación de las mismas,

¹⁷ El aroma a cuero también se atribuye al trabajo del *Brettanomyces*. La confusión no es baldía pues el *Brettanomyces* necesita unos 8 meses para dar una buena medida de sus capacidades. En este tiempo, se puede desarrollar algo de oxidación en la cerveza.

6. uso de ácido ascórbico,
7. adición de agua de grifo sin tratar al final de todas las etapas.

Si tomamos una cerveza ligera de baja fermentación y la dejamos 15 mn al sol, se desarrollará de forma casi segura, un olor que se parece a las excreciones de la glándula caudal de la mofeta (mercaptanos, concretamente Prenil-mercaptano). En Inglés este fenómeno ha recibido el nombre de light Struck (Golpe de luz o golpe de sol). Como en Europa no tenemos mofetas, nos imaginaremos un hedor a almizcle fuerte y desagradable como la del perro en celo.

Las botellas de vidrio verde o transparente no protegen los compuestos sensibles a la luz de la cerveza y, en la circunstancia que hemos apuntado, conducen a la producción de los malos olores azufradas de almizcle.

(Ver también “almendra”).

17. Amargor

En todos los textos consultados menos uno, se dice que el amargor es una sensación en boca que nos protege de elementos de la alimentación potencialmente perjudiciales. Parece ser pues que el amargor es fundamentalmente un gusto desagradable que se puede interpretar como una alarma natural.

No existe una correlación detectable entre el nivel de percepción del amargo y el nivel de peligrosidad del elemento que la provoca (no se puede decir que cuanto más amarga es una sustancia, más peligrosa resulta). Sí en cambio se puede indicar que muchas sustancias potencialmente peligrosas, y hay más de mil, suelen desencadenar actitudes de rechazo por ser amargas. Pero la percepción del amargor es mucho más variable, lábil e discutible que la de los otros gustos.

Umbral de percepción.

Es interesante observar que el umbral de percepción de la cosas aparentemente peligrosas es mucho mas bajo (notamos el compuesto por una concentración mucho mas baja) que el de la cosas agradables. Hasta mil veces inferior para compuestos del azufre y algo menos para el amargor! Por ejemplo, el umbral de percepción de la sacarosa (azúcar de cocina) es de 10 mol/L mientras que el del amargor, según los compuestos, ronda los 0,025 mol/L. 400 veces menos! (aquí la unidad es el mol por litro mientras que en otras fuentes se habla de ppm, partes por millón, o ppb, partes por billón¹⁸).

El umbral de percepción de los gustos en general y del amargo en particular depende de muchas cosas. La percepción del amargo, se ve condicionado por parámetros variopintos entre los cuales hay que citar el contenido real en principios amargos, el tipo de amargor, su interacción con otros compuestos presentes, la tolerancia más o menos adquirida del sujeto, su edad, su sexo, la genética y las costumbres y/o modas.

El análisis de como se aprecia el amargo viene distorsionado por un fenómeno sorprendente. Una parte nada despreciable de los degustadores (13,3%) no entrenados confunden el amargo con el ácido. Generalmente, la equivocación se hace en el sentido de llamar ácido a algo amargo mientras que al revés, llamar amargo algo ácido, se da menos.

Unidades de medida

El amargor de la cerveza se expresa en IBU (International Bittering Units) o EBU (European Bittering Units). En Alemania también se usan las BE (Bitterung Einheiten - Unidades de amargor). Existen diversas formas de calcular esas unidades pero básicamente, se trata de un número que suele expresar la partes por millón (ppm) de ácidos alfa procedentes del lúpulo. En cervezas “normales”, esas unidades se mueven en una franja que va de 20 a 50. Pero ese margen es meramente indicativo de una “normalidad” que de hecho no existe realmente. Los elaboradores suelen desbordar ampliamente esos supuestos límites por los dos costados, al gusto y fantasía de cada uno. Por otro lado la relatividad de la percepción del amargor aumenta a medida que nos damos cuenta que el tenor en IBUs disminuye con el tiempo y sobre todo con guardas en temperaturas demasiado altas¹⁹.

Muchos aficionados a la cerveza se fijan en estos números y cometen el error de creer que pueden ser indicativos del amargor percibido en la cerveza. Si bien cabe decir que hay alguna relación, hay que insistir sobre el hecho que la percepción del amargor depende de muchísimas cosas entre las cuales, el contenido real en ácidos alfa tiene un papel complementario (que no secundario). Se pueden probar cervezas con pocos EBUs y encontrarlas amargas mientras que se pueden encontrar cervezas muy cargadas nominalmente de EBUs y percibir las mucho menos amargas de lo que la indicación numérica puede sugerir.

Esquemáticamente, empazamos a notar amargor con 10 EBUs. Y los cambios se suelen notar cada 5 EBUs.

18 Hay que ir con algo de cuidado en la unidad ppb. Básicamente, en Europa, un billón es un millón de millones (10¹²) mientras que en américa, son mil millones (10⁹).

19 Sin contar que según Boris de Mesones, maestro cervecero por la escuela de Berlín, los programas de cálculo de IBUs no suelen tener en cuenta el amargor que se genera después de la cocción, ni los compuestos amargos del lúpulo que siguen isomerizando durante la centrifugación aunque ésta se conduzca a 90°C.

Poca gente nota cambios por encima de 100 EBU.

Fisiología sucinta del gusto amargo.

Para detectar los gustos, utilizamos nuestras papilas gustativas. Se distinguen cuatro tipos de papilas gustativas repartidas de forma desigual principalmente sobre la lengua y a la superficie del paladar blando. Tres de estos tipos de papilas contienen unas estructuras llamadas “botones gustativos” que, a su vez, contienen las células del gusto. Los botones gustativos son una suerte de bulbos con una apertura en el extremo superior llamada “poro gustativo”. Cada bulbo contiene entre 50 y 100 células gustativas que presentan unas pilosidades que sobresalen. Las sustancias químicas de la comida se disuelven en la saliva y entran en contacto con esas pilosidades después de entrar en el bulbo por medio de la apertura que indicábamos antes. Allí, en las pilosidades de las células, se trama todo. A la superficie de esos “pelos” existen unas conformaciones químicas que pueden reaccionar o no según “encajan” o no con las sustancias con las que entran en contacto. Esquemáticamente, si coinciden las sustancias con esos sitios, los dos “encajan” y se produce la señal bio eléctrica que puede llegar (o no) al cerebro. Una imagen que permite comprender el fenómeno es la de la llave: si coincide el dibujo de la llave con el del cerrojo, podremos abrir la puerta (pasará la información).

El umbral de percepción se define por la cantidad de señales necesarias para que haya suficientes y llegue la información al cerebro. Con una sola señal no basta. Debe haber un mínimo de señales para que el cerebro considere la información como “procesable”. Por debajo del umbral de percepción, el cerebro clasifica la información como “irrelevante” y no nos percatamos conscientemente de ella.

De esos datos podemos inferir diversas variables.

1. En primer lugar, la proporción de las diferentes papilas gustativas en la boca no es la misma para todo el mundo. Cada uno tiene su reparto particular.
2. En segundo lugar solemos tener una cantidad variable de papilas gustativas. Hay gente con más papilas y gente con menos.
3. En tercer lugar, la papilas contienen una cantidad variable de células gustativas.
4. Finalmente, solemos presentar una repartición de zonas excitables (receptores) distintas de persona a persona, en variedad y cantidad.

Todo ello viene determinado en gran parte por nuestra conformación genética. Concretamente, parece que hay unos 25 a 30 sitios genéticos responsables de nuestra capacidad de percibir el amargor!

En general y muy esquemáticamente, cuantos menos receptores del amargor tenemos, más soportamos las cosas amargas y, al revés, cuantos más estructuras de detección del amargor tenemos en la boca, más señales se generan y más “notamos” el amargor. Por eso, entre otras cosas, en un grupo escogido al azar, se distingue el amargor de forma tan diferente. Siguiendo en la línea de simplificar, se observa que entre occidentales, hay un 50% de gente (*normalmente sensitivos*) que percibe “normalmente” el amargor mientras que hay un 25% (*no-sensitivos*) que lo perciben poco a la vez que hay un 25% (*super-sensitivos*) que lo perciben sobre manera. Hemos escrito “entre occidentales” porque en otros grupos sociales, parece que por razones genéticas radicadas en la evolución, el reparto es bien diferente.

La percepción del amargor también está relacionada o condicionada por la edad. Esa sensibilidad parece que disminuye con los años.

El género parece igualmente tener cierta influencia. Se ha observado que las mujeres suelen ser más susceptibles de percibir el amargor que los hombres.

En el capítulo de las variaciones personales, se observa que un individuo puede ser extremadamente sensible a un compuesto amargor mientras que manifiesta poca sensibilidad a otra sustancia teóricamente amarga.

Técnicamente, también hay que resaltar que la temperatura influye en la percepción del amargor. En general, cuanto más calor, más se percibe el amargor. La acidez (pH) y la composición original del agua suelen influenciar de forma variada la percepción del amargor.

Aspectos culturales

Los aspectos culturales no se deben de descartar. Parece que la percepción del amargor se aprende. Se han hecho observaciones muy interesantes sobre fetos avanzados y sobre niños de muy corta edad que no permiten concluir que el amargor se rechace de forma radical automáticamente. Hay variaciones debidas entre otras cosas, a la composición de líquido intrauterino y a la composición de la leche materna. Se “aprende” el amargor muy temprano. Hasta se ha podido establecer que primero se acepta y luego, al cabo de poco tiempo, se rechaza. En general, la reacción natural es de rechace, pero no es una pauta absoluta.

Hasta ahora hemos hablado casi exclusivamente de la intensidad del amargor. Pero en muchos textos sobre el amargor se habla de la “calidad” del amargor. Y esta también es una pauta de diferenciación y de apreciación que depende de las sustancias amargas mismas, del medio en el que las tenemos disueltas y de los gustos y capacidades del catador. En general esa calidad se concreta en aspectos de “limpieza” y de “redondez”. El amargor “bueno” en

la cerveza se manifiesta sin astringencias, sin asperezas y sin aspectos “punzantes”. Puede ser seca, metálica o hasta algo “dura”, pero se considera que estos aspectos deben mantenerse en calidades “elegantes”. No se habla de “intensidad”. Una cerveza puede ser muy amarga pero debe evitar cualquier astringencia, aspereza o hasta acidez relacionada con el amargor.

Origen del amargor

Aquí, otra vez, no hay nada simple. Existen diferentes sustancias que inducen ese gusto. Principalmente, como cabía suponer, debemos citar los ácidos iso-alfa (en forma natural o en formas reducidas o hidrogenadas) procedentes del lúpulo. También hay aminoácidos aunque en cantidad mucho más modesta, aportados por la malta, y otros compuestos que no suelen pasar del umbral de percepción.

Cabe citar semejantemente que algunas sales minerales del agua pueden impartir desagradables sensaciones amargas en la cerveza mientras que otras pueden aumentar y hasta mejorar esa sensación sin participar en ella.

También existen algunos compuestos fenólicos derivados de la malta y del lúpulo que pueden añadir sensaciones amargas y astringentes en la cerveza.

Durante la fermentación también se generan compuestos que pueden resultar amargos, especialmente en cervezas de alta fermentación. Se citan algún alcohol y ácido graso.

Cabe citar también los ácidos grasos rancios y las proteínas hidrolizadas, ambos fuentes de amargor en la cerveza.

Los ácidos alfa contenidos en los lúpulos son intensamente amargos. Más que la quinina. Además, el lúpulo presenta una gran diversidad varietal y estacional que hay que tener en cuenta, y también se producen presentaciones del lúpulo que van desde el plug a los extractos que tienen cada una sus condicionantes de extracción y de eficiencia.

Existen además al menos 6 ácidos alfa diferentes en el lúpulo y estos ácidos se presentan en proporciones diferentes según la variedad y la añada. Los ácidos alfa, en ser calentados en el mosto isomerizan, cambian de forma y, por ende, cambian de manera de expresar el amargor.

Existe la posibilidad de usar ácidos ya isomerizados, purificados, destilados, modificados y traficados en todos los sentidos.

Actualmente se están haciendo muy serias investigaciones sobre la relación de todos estos productos con los otros componentes de la cerveza como el alcohol o los azúcares.

Aspectos técnicos.

La percepción del amargor del lúpulo se incrementa por la presencia de altas concentraciones de iones de sulfato y magnesio. Los iones de sulfato también ayudan en la extracción de los ácidos alfa del lúpulo. Los niveles excesivos de estos iones pueden impartir un amargor desagradable.

El pH influye también. Unos valores más altos (condiciones más básicas) de pH ayudan en la extracción de los ácidos alfa.

Las resinas de lúpulo extraídas con unos valores de pH menores (5,2 pH) suelen promover un amargor que se describe como más fino y más equilibrado.

18. Alcalino

Sensorial:

Se suele describir como “galleta”, amargo, cáustico, tiza, parecido al detergente, seco, áspero, salado o bicarbonatado. La mejor aproximación que se puede hacer es recordar el tacto y el gusto que notamos cuando nos hacemos un vaso de agua con bicarbonato (para digerir).

Una alcalinidad excesiva impide percibir bien lo que hay en la cerveza. Muchas veces parece que lo que queremos degustar “se queda dentro de la cerveza”

Umbral de percepción: 200mg/L.

Causa

La alcalinidad en la cerveza es consecuencia directa de un pH demasiado alto en la cerveza acabada.. (por encima de 4,6). En general esto es debido a un cálculo erróneo en la cantidad de sales añadidas, especialmente carbonato de calcio o sulfato de magnesio.

Los alcalinos son componentes de los productos que se usan para limpiar la sala de cocción o las instalaciones de servicio de la cerveza. Si no son adecuadamente enjuagados, estos productos pueden llegar a influenciar la calidad de la cerveza.

Una maceración demasiado alcalina (por encima de 5,6) o un enjuague con este pH provocan una extracción

excesiva de polifenoles que aportan astringencia y turbidez a la cerveza.

Control

Hay que enjuagar bien los productos de limpieza y desinfección.

Hay que controlar bien el pH del agua, de la mestura y del mosto para que se quede siempre en la franja "correcta" para cada operación.

19. Autólisis

Sensorial

Amargo, caldo, levadura podrida, fango, salsa de soja, carne, vitamina B, vitaminas, "yeast bite"²⁰, amoníaco, caucho quemado, llantas quemadas, pañal sucio, borrador, quesos maduros, carne podrida, bandas de goma o de caucho a concentraciones extremas.

El autólisis en la cerveza puede contribuir a la turbidez.

Técnico:

Origen típico: Levadura y envejecimiento.

Las concentraciones típicas en la cerveza: 0 mg / l para la cerveza fresca, superior para la cerveza envejecida.

Umbral de Percepción: Variable dependiendo del estilo de la cerveza y los compuestos químicos en presencia. La autólisis se produce cuando las células de levadura mueren, semanas o meses después de que hayan floculado y se hayan caído al fondo del fermentador o recipiente de acondicionamiento. Las enzimas dentro de la célula rompen las paredes celulares, por lo que su contenido se derrama en el líquido circundante.

Químicamente, la autólisis permite a los aminoácidos, ácidos grasos, lípidos, compuestos de fósforo, vitaminas (por ejemplo, la riboflavina-vitamina B2) y otros compuestos que se introduzcan en la cerveza. Dado que las enzimas no se destruyen cuando se rompe la célula de levadura, éstos pueden degradar otros productos químicos en la cerveza acelerando el proceso de envejecimiento.

En particular, las esterasas degradan ésteres, destruyendo aromas y sabores frutales o florales. Otros compuestos celulares (en particular, lípidos) aumentan el pH de la cerveza aumentando así la percepción del amargor del lúpulo impartiendo también ligeras notas alcalinas.

Las enzimas proteolíticas y los lípidos degradan las proteínas de la espuma de la cerveza y aumentan la turbidez debida a los hidratos de carbono (almidón) y a las proteínas ("chill").

Hay que tener en cuenta que la levadura floculada toma un tiempo para morir. La levadura acabada de flocular (es decir, unos pocos días a unas pocas semanas de edad) se encuentran en su mayoría en estado latente y poseen reservas de alimentos internos (glucógeno y el disacárido trehalosa). En este estado, el fondo de levadura (yeast cake) en su mayoría compuesto de levadura floculada en buen estado puede ser reutilizado para fermentar otro lote de cerveza. Por otra parte, las células de levadura viejas o insalubres morirán y se romperán rápidamente.

En cervezas de fermentación espontánea, los productos de la autólisis de las levaduras proporcionan alimento para colonias posteriores de bacterias acidificantes, tales como *Acetobacter*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, así como las levaduras silvestres, tales como *Brettanomyces*.

Control

La cerveza debe ser separada del fondo de levadura (Pastel) dentro de las 2 a 4 semanas después del fin de la fermentación.

Es preciso limitar la presencia de levadura en la cerveza terminada.

Si la cerveza debe ser envejecida, hay que hacerlo correctamente. La cerveza con altos niveles de levadura en suspensión no envejece bien.

Inocular fermento saludable. Con levaduras insalubres, las células son más propensas a autolizarse cuando floculan.

No estresar el fermento. Las condiciones insalubres provocan la floculación que es el precursor necesario de la autólisis.

Almacenar la levadura recogida en condiciones saludables.

Evitar el calentamiento o enfriamiento extremos de la fermentación o del acondicionamiento del mosto. Las oscilaciones de temperatura extremas hacen que algunas células de levadura autolizarse.

Acondicionar y guardar la cerveza en temperaturas frescas. Las altas temperaturas aceleran el proceso de autólisis.

Las notas de autólisis sólo son apropiadas en intensidades muy discretas en cervezas de larga guardia.

20. Astringencia

Cuando la conversión de los almidones se ha completado, viene el momento de filtrar y enjuagar la Mestura. El enjuague (sparging / Lauterung) se hace con agua caliente. En general, el cervecero quiere sacar el máximo de materia fermentable en esta operación. Así es que cuanto más se enjuaga, más materia fermentable se consigue. En general el mosto sobre-aguado debe poderse reducir con la cocción.

Sea como sea, como dice George Fix, rara vez eficiencia y calidad alcanzan un buen punto de armonía. En este caso concreto, cuanto más se enjuaga, más se extraen compuestos indeseados (Herbststoffe) que suelen introducir astringencia.

En la malta, estos productos son los taninos de la cáscara, las cenizas de sílice y otros materiales que, además pueden contribuir al enranciamiento de la cerveza en la maduración así como turbidez.

Los granos crudos suelen aportar alguna contribución a la astringencia.

Así es como los cerveceros deben encontrar un equilibrio entre su necesidad de obtener una máxima extracción y la posibilidad de que su cerveza no esté a la altura de sus expectativas (suponiendo que las tenga, lo que es otra cuestión). En general y a grandes rasgos, se considera que se puede utilizar la misma cantidad de agua en el enjuague que la que se ha utilizado para la maceración.

Un truco que también se usa en estas circunstancias consiste en ir midiendo la densidad del mosto. Y cuando esta densidad llega a 1°P (1004 g/L), se considerará que el enjuague se ha acabado. Después se ajustará el tiempo de cocción para alcanzar la densidad inicial (DI) deseada.

En una forma más moderna de considerar esta cuestión, la atención se aplica más en el pH del mosto conseguido porque el pH aumenta con la extracción de compuestos astringentes.

Otra regla general es pues detener el enjuague cuando el pH sobrepasa de más de 0,1 el pH de la maceración. Y en cualquier caso, no debería pasar de los 5,5.

Si el agua de enjuague ya es alcalina de por sí, es evidente que llegaremos antes a estos valores con menos agua.

El agua de enjuague demasiado caliente también se lleva compuestos astringentes. La temperatura crítica es 77°C.

Para evitar la astringencia, se recomienda pues un enjuague con agua de una alcalinidad de menos de 25mg/L y con una temperatura de 74 a 75 ° C.

(Todo lo que precede es una cita no textual de Principles of Brewing Science, de Geroge Fijo, Brewer s Publication 1999, p. 51-52)

21. Áspero

Hay autores que distinguen la aspereza de la astringencia.

La aspereza es la sensación que sacamos de un té negro demasiado tirado. Es una característica nunca apropiada.

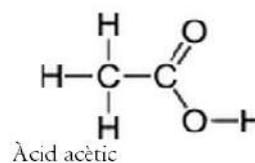
22. Acidez

Sensorial:

La acidez se suele describir de forma variada y, como se dice en el apartado del amargor, hay una franja de población que confunde acidez y amargor (alrededor del 13%). Se suele describir como simplemente “acidez” o como referencia a la sidra, al vinagre o al yogur (según el tipo de acidez). Puede ir acompañada de aromas cítricos (limón, pomelo), de grosella, de la acedera, o puede ir “por libre” siendo simplemente agrio o ácido²¹.

Muchos ácidos NO son volátiles por lo que no se detectan en la fase de olfacción.

Una buena forma de percatarse de como es el ácido acético consiste en oler y probar vinagre de manzana.



²¹ Parece que agrio y ácido sean la misma sensación. Tal vez el agrio sea menos intenso que el ácido. Etimológicamer mismo.

Umbral de percepción mediano: 130 mg/l. (170 según que fuente)

Concentración habitual en la cerveza: 90-300mg/L.

La mayoría de los alimentos son ácidos de alguna forma. La cerveza se mueve típicamente entre 3,7 y 4,5 de pH. Por debajo de estos valores, la cerveza puede llegar a ser desagradable. La acidez de la cerveza influye indirectamente el perfil aromático general.

La acidez en la cerveza se puede deber a un pH propio muy bajo o a la presencia de ácidos orgánicos. Estos son perceptibles alrededor de los 300mg/L. Estos ácidos pueden añadirse artificialmente o ser generados por bacterias. Esta segunda opción puede ser accidental y denunciar una infección de la cerveza o puede ser querida y estaríamos hablando de cervezas de fermentación más o menos ácida.

Fuentes o causas

La acidez en la cerveza procede de diversas fuentes:

La cerveza acabada debe ser ácida. Puede presentar un pH de entre 3,3 y 4,7 (según los autores). De modo que si la mantenemos en boca bastante tiempo (2min, por ejemplo), acabamos notando esta acidez que es, como se ve, perfectamente "normal" y hasta deseable. Pero en muchos estilos, no debe de ser detectable o sólo debe serlo en las condiciones que acabamos de describir.

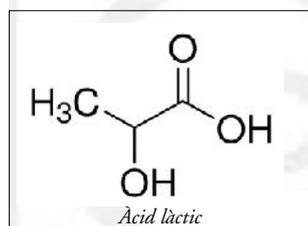
La acidez puede proceder de un uso inmoderado de lúpulo. En este caso se combina con un amargor extremo y, a menudo, con aspectos astringentes poco favorables.

También puede ser introducida por bacterias y hongos de la fermentación espontánea. *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Brettanomyces* y *Acetobacter*, esta fauna suele añadir ácido láctico y ácido acético a la cerveza. Una característica apreciada en Lambic y familia, Berliner Weisse, Jopen Bier, Saison, Sour beer, y otros.

En los estilos "normales", la fuerte acidez es considerada un grave defecto habitualmente asociado con infecciones. Unos niveles altos de acético en la cerveza suelen estar relacionados con la presencia de bacterias que oxidan el etanol: *Acetobacter* (el más común) y *Acetomonas*. Se dice que estas dos infecciones producen una fina película blanquecina a la superficie de la cerveza. También se dice de *Brettanomyces*. Los dos primeros que hemos citado necesitan un cierto tiempo para expresarse y además, necesitan oxígeno para hacerlo.

El *Zymomonas* (típicamente, *Zymomonas mobilis*) también produce ácido acético así como esteres, acetaldehído y dióxido de azufre.

Fermentos de las especies *Kloeckera* y *Brettanomyces* también pueden producir ácido acético con otros elementos especiales (cuero, sudor). Las infecciones con estos dos últimos micro-organismos pueden ocurrir en condiciones anaeróbicas a temperaturas de Alta fermentación.



A pesar de que tengan un crecimiento lento, las infecciones por bacterias anaeróbicas *Lactobacillus* son comunes en la cerveza casera. La fuente más común de bacterias de *Lactobacillus* es el cuerpo humano. La boca humana está llena de *Lactobacillus* y también están presentes en la piel humana. Esto significa que cualquier contacto con el cabello humano, la piel o la saliva podría introducir

bacterias lácticas en la cerveza. Debido a su alta tolerancia a condiciones ácidas, pueden sobrevivir en la fermentación acidificando la cerveza durante el acondicionamiento o el envejecimiento.

No conviene poner alguna parte del cuerpo en el mosto o en la cerveza verde. Lavar rápidamente las manos, o mojarlas con desinfectante y luego enjuagarlas, no higieniza las manos! Para limpiar las manos hasta que tengan el nivel de limpieza bacteriológica adecuada, se debe de proceder como un cirujano! Se deben de retirar todos los anillos, lavarse bien las las manos y los antebrazos durante al menos cinco minutos con agua tibia y jabón quirúrgico, frotando la parte delantera y la parte posterior de las manos durante dos minutos y limpiar debajo de las uñas utilizando un cepillo de uñas. Un método más sencillo es simplemente usar guantes de látex esterilizados.

En el recipiente de fermentación, una infección por *Lactobacillus* generalmente produce una espuma en la parte superior de la cerveza. Las cervezas con infección por *Lactobacillus* suelen tener cuerpo delgado y producen un lento e interminable chorro de espuma, cuando se abre la botella. Pero, ya que el ácido láctico no se volatiliza bien, no se nota mucho aroma ácido.

Por el contrario, la infección por *Acetobacter* es extremadamente rara en cervecera casera; se trata de una infección que se manifiesta relativamente lentamente y requiere condiciones aeróbicas para producirse. Cuando ocurre, por lo general es notable en el recipiente de acondicionamiento en forma de una espumilla "filamentosa" a la superficie de la cerveza, combinada con un aroma de vinagre inconfundible. Debido al ambiente anaeróbico de la botella, es extremadamente inusual que una cerveza embotellada desarrolle infecciones graves por *Acetobacter*.

Control

Para evitar contaminaciones o para mitigarlas, se recomienda una elección correcta de l fabricante de levadura.

Las cepas no son nunca realmente puras, pero algunos laboratorios no son demasiado cuidadosos y se les puede colar algún error.

Es muy importante inocular la cantidad correcta del fermento deseado porque su actividad sana y vigorosa impedirá o limitará el desarrollo de otros micro-organismos.

Como siempre, es de recomendar no sólo limpieza sino desinfección detallada de la instalación de elaboración. No es en absoluto conveniente exponer la cerveza verde a la acción del oxígeno.

Ácidos que se encuentran en la cerveza:

Ácido 3-Metilbutírico: Sudor. UP²²: 1,5 mg/l.

Ácido acético. Vinagre. 30-2175 mg/l.

Ácido Butírico. Mantequilla, queso, vómito. UP: 0,5-2,2 mg/l. (ver ácidos grasos)

Ácido Caproico. Aceite vegetal. UP: 8 mg/l.

Ácido Caprílico. Cabra. UP: 15 mg/l.

Ácido Hexanoico. Aceite vegetal. UP: 1-5 mg/l.

Ácido Hexenoico. Hojas secas. UP: 0,01 mg/l.

Ácido Oxálico. UP: 2-20 mg/l.

Ácido Fenilacético. Miel. UP: 2,5 mg/l.

Ácido Propiónico. Leche, ácido. UP: 1-150 mg/l.

Ácido Succínico. UP: 16-140 mg/l.

Ácido Valérico. Sudor. UP: 0,03-0,1 mg/l.

23. Metal

En general describimos dos cualidades de amargor, de sequedad y la metálica. Ambas características pueden ser más o menos adecuadas y dependen del lúpulo.

En cambio, puede aparecer un olor fuerte y desagradable de hierro, siempre inapropiada, debida a la liberación de iones de hierro formados por la hidrólisis de lípidos de los cereales y de la oxidación de ácidos grasos. También puede haber alguna pieza de hierro en la instalación que no esté libre de desprender olores. También aguas con alta concentración de iones de hierro. A veces, la sensación es hasta de sangre.

24. Moho

Olores de pan mohoso, de bodega, tierra húmeda, de col enmohecida.

Es siempre un defecto. Pero es muy raro. Suele ser consecuencia de una infección por hongos. Ver el capítulo sobre aguas, más abajo.

25. Cuerpo

Es conveniente no cometer el error de confundir el cuerpo y el contenido en alcohol. El cuerpo recoge las sensaciones de peso y de volumen que nos produce la cerveza. Hablamos de cervezas redondas, pesadas, ligeras, aguadas, etc. Algunos distinguen el cuerpo de la viscosidad mientras que otros incluyen la viscosidad en el cuerpo.

Una gran parte del cuerpo viene dada por azúcares remanentes que no se han podido fermentar llamados dextrinas o polisacáridos así como de las proteínas que no se han degradado. La falta de cuerpo puede ser deseada o puede resultar de una fermentación especialmente efectiva y atenuada. En general sin embargo, el cuerpo es añadido mediante una elección correcta de maltas que contengan polisacáridos y de unos procedimientos de maceración bien conducidos.

La contundencia (o no) del cuerpo viene determinada por la cantidad de dextrinas, proteínas y otros materiales no fermentables presentes en la cerveza. En las cervezas con poco cuerpo, la viscosidad reducida hace que la cerveza parezca aguada mientras que en cervezas con mucho cuerpo, pasa el contrario. La falta de los elementos que dan sensación de cuerpo puede además, conducir a una formación deficiente de la corona.

Algunas cervezas presentan un cuerpo bajo mientras que desarrollan importantes coronas de espuma. Suele pasar en cervezas que han sido sometidas a alguna forma de guardia y que presentaban inicialmente el cuerpo correcto. Se trataría de un caso típico de infección por bacterias que consumen dextrinas.

AUMENTANDO EL CUERPO:

Aumentar la densidad inicial. Reducir la cantidad de azúcares añadidos. Aumentar el porcentaje de grano rico en almidones y proteínas (malt crystal; trigo, centeno, avena, etc). Eliminar o recortar la etapa de beta-glucanasa (que viene a ser como reducir la etapa ácida [35-45°C]). También se puede favorecer la etapa de amilasa alfa (72-75°C) que es la que produce más dextrinas.

Otros métodos consistirían en añadir azúcares no fermentables (dextrinas, lactosa), en no filtrar o filtrar poco la cerveza y, claro está, limpiar bien la instalación para que se cuele ningún micro-organismo goloso de dextrinas.

REDUCIENDO EL CUERPO

Rebajando la densidad inicial se puede rebajar el cuerpo. También cabe usar adjunciones de fermentables como azúcar de maíz, miel, etc). Es útil también alargar las etapas de reducción de proteínas y beta glucanasas. Se puede favorecer la etapa en la que las amilasas beta son más activas y producen azúcares fermentables (60-65°C). Se puede también revisar la elección de la variedad de fermento y cambiar por uno que sea menos atenuante. Finalmente, cuanto más se filtre una cerveza, menos tendrá en suspensión elementos que puedan sugerir alguna forma de cuerpo. Cabe todavía citar la posibilidad de añadir artificialmente enzimas artificiales para reducir la cantidad de dextrinas (amilasas, papainas).

POR ESTILOS:

Al margen de nuestros gustos, los estilos se definen entre otras características por el cuerpo que ofrecen.

Las cervezas Light American, Standard American y Berliner Weisse deben de tener un cuerpo especialmente delgado.

Un cuerpo un poco más redondeado pero todavía discreto es de esperar de las American Lager, Ordinary Bitter, Best Bitter, Mild Ale y cervezas de fermentación espontánea que no lleven adiciones azucaradas. Las cervezas de abadía más claras ofrecerían cuerpos entre medianos a medio fuertes mientras que las mas oscuras traerían sensaciones muy rotundas de viscosidad. También se espera de la Munich Dunkel que tenga un cuerpo como las abadía más claras, mientras que las Bock y Doppelbock, Baltic Porter, Doble IPA, Imperial Stout y Barley Wines implican una redondez contundente.

26. Carbonatación

Esta característica también es relativa. Sólo hablaremos de defecto cuando una cerveza no presenta la carbonatación que, teóricamente, debería presentar.

También hablaremos de defecto si el cervecero no ha conseguido la carbonatación deseada. En general pero, si al abrir la botella, sale espuma y/o cerveza disparada o si sale espuma de la botella sin haberla sacudido, deberemos considerar siempre un defecto.

27. Notas sobre la calidad del agua:

las aguas que se utilizan habitualmente para hacer cerveza suelen ser aguas potabilizadas de las redes municipales. En principio, se considera que son bacteriológicamente limpias, especialmente si son aguas “de profundidad”. Entiéndase que se trata de aguas que se han filtrado naturalmente y que se encuentran en pozos y fuentes.

Pero esto sólo es cierto en parte. Las aguas de las redes “oficiales” pueden llegar a nuestros grifos con un cierto contenido en micro-organismos, especialmente en épocas de sobre explotación, cuando las autoridades competentes deben plantearse el uso de aguas de superficie. En estas aguas se pueden encontrar bacterias, algas y otros micro-organismos que de forma directa o indirecta, pueden afectar el gusto del agua. Algún investigador también cita olores de fenol sin especificar cual. Como podemos imaginar o como ya lo sabemos, las instalaciones de llegada de agua al consumidor no se controlan con mucha regularidad. De hecho donde vivo, no se controlan nunca y se supone siempre que el agua está limpia. Pero el hecho de poner cloro en diversas formas en el agua efectivamente suele matar muchos micro-organismos pero a velocidades diferentes y no todos. (La eficacia de estas desinfecciones es variable pues depende del pH del agua). En recovecos de las instalaciones de agua se acumulan restos biológicos que pueden llegar a ser un refugio para microorganismos que han pasado la barrera del cloro y que siguen su camino hacia nuestro grifo.

Bacterias.

Se han descrito bacterias llamadas “termo bacterias” o simplemente “bacterias del mosto” que han pasado todas las barreras y que suelen afectar la cerveza con olores a **apio, tierra, humo** y, a veces, se describe un amargor

inusualmente exagerado. Estas bacterias mueren en cuanto el mosto llega a un pH de 4,7 o en la cocción. Pero los metabolitos que han generado se quedan en la cerveza.

El cervecero tendrá cuidado en analizar periódicamente su agua en busca de bacterias “coli-aerogenias”. En general se considera que una buena inoculación, con un fermento sano y suficiente, suele reducir considerablemente el impacto de las bacterias que hemos comentado.

Otros controles muy importantes son los de los filtros que se usan para limpiar el agua potable. Hay que mantener un control estricto de estos filtros pues su eficacia depende de su limpieza. Y la limpieza de los filtros no debe depender de lo que nos dice el vendedor sino de nuestro análisis de la situación. Debemos comprobar que la arena o el carbón estén limpios dado que tanto el uno como el otro pueden presentar acumulaciones de materia orgánica que podrá servir de alimento a las bacterias que estamos comentando.

Se deben de controlar las aguas antes y después de cada sistema de filtración. Estos sistemas solo son eficaces si están limpios y no se debe confiar en la transparencia del agua que sale de ellos. Se han descrito, en cervecerías profesionales, aguas que entraban limpias y salían infectadas de los filtros diversos, básicamente porque no se había procedido al control y limpieza o cambio de estos filtros y en ellos se habían instalado colonias de bacterias que se alimentaban de restos orgánicos que se acumulaban. Por lo demás, estos restos y las mismas bacterias funcionan como tapón y provocan que el sistema sea todavía menos eficaz.

Se ha demostrado que algunas bacterias son especialmente resistentes a los compuestos del cloro y que se desarrollan muy bien dentro mismo de las instalaciones de filtrado.

Algas

Otros organismos que suelen poblar las aguas son las algas. Son habitantes normales y habituales de las aguas de superficie. No se sabe mucho sobre los olores que pueden impartir, pero se sabe que los compuestos que producen no siempre son parados en el filtro de carbón. Las algas crecen en muchos sitios pero para nuestro propósito, es importante resaltar que crecen con facilidad en los recipientes de almacenado del agua. Pueden modificar el pH del agua, su color, su alcalinidad, su transparencia y hasta su radio actividad! Las algas no son malas por ellas mismas: son un filtro natural que puede ser formidablemente eficaz. Pero su presencia en las instalaciones de la cervecería pueden conducir al taponamiento de los filtros y otros equipos y cuando mueren, son un alimento rico para hongos y bacterias.

Olores posibles debidos a las algas o a su actividad:

Verdura y/o floral. (Geranio, Capuchina [Nasturtium], Violeta, Melón y Pepino). En algún caso no hablaríamos de nada desagradable. En algunos casos se ha descrito **ajo y almizcle**.

Las algas también pueden generar olores de pescadería: **ostra, aceite de hígado de bacalao, algas marinas, Irish Moss, algas de roca o marisma salina.**

También se puede encontrar olor a **hierba**.

Finalmente, se describen olores de **moho** y de **tierra**. En concentraciones altas, estos olores recuerdan las **patatas viejas** o el **pan enmohecido**.

Cabe citar el hecho que la combinación de los desinfectantes clorados pueden combinarse con restos de algas y producir **clorofenoles** (aroma de desinfectante de hospital).

Otros microorganismos.

Pichia: no sabemos a que huelen, pero se dice que viven bien en el mosto y en las cervezas sin pasteurizar.

Geotrichum: olor a moho.

Se ha encontrado Penicilium en filtros de carbono! Olor a moho.

Toda esta información sobre el agua procede del artículo de Robert M. Halcrow, publicado en 1963 y reeditado por: © 1996-2010 ProBrewer.com, BEERWeek.

Más fuentes:

A parte de las que ya hemos ido citando, se pueden añadir:

<http://byo.com/resources/troubleshooting>

<http://www.howtobrew.com/section4/chapter21-1.html>

<http://www.quantumlounge.com/data/BeerDrinkerGuide.htm>

<http://beersmith.com/blog/2008/09/21/troubleshooting-homebrewed-beer/>
<http://morebeer.com/content/homebrew-off-flavors>
<http://www.winning-homebrew.com/off-flavors.html>
<http://www.bjcp.org/docs/OffFlavorFlash.pdf>
<http://www.draughtquality.org/wp-content/uploads/2012/06/1troubleshooting.pdf>
http://www.mercurynews.com/ci_21785199/brooks-beer-10-most-common-beer-defects
<https://beersensoryscience.wordpress.com/tag/defects/>
<http://www.howtobrew.com/section4/chapter21-2.html>
https://morebeer.com/themes/morewinepro/mmpdfs/mb/off_flavor.pdf
http://www.flavoractiv.com/products_categories/beer-flavour-standards/
http://www.carolinabrewmasters.com/PDF/Complete_Beer_Faults_Guide.pdf

Además, si escriben

Troubleshooting, off flavours, Beer defects, Beer faults, y cosas semejantes, encontrarán montones de cosas. Solo tendrán que escoger.

Albert Barrachina Robert
Septiembre 2014



Los defectos de la cerveza y otros descriptores de Albert Barrachina Robert està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)
Creat a partir d'una obra disponible a <http://cervesaencatala.blogspot.com>

Totes les imatges d'aquesta obra han estat robades descaradament a Internet. Però com que no en trec ni un duro, entenc que ningú em vindrà a reclamar res.