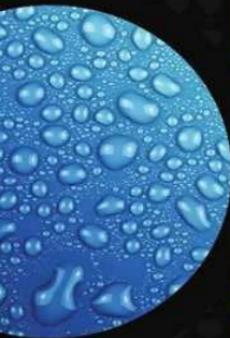


 BREWING
ELEMENTS
SERIES



water

A Comprehensive Guide for Brewers



John Palmer and Colin Kaminski

water

Una guía completa para los Cerveceros

John Palmer y Colin Kaminski



brewers publications

Cerveceros de Publicaciones

Una división de la Asociación de Cerveceros PO Box 1679,

Boulder, Colorado 80.306 hasta 1679

www.BrewersAssociation.org

www.BrewersPublications.com

Copyright © 2013 por la Asociación de Cerveceros

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida en cualquier forma sin el permiso por escrito del editor. Ni los autores ni los editores, el editor asume ninguna responsabilidad por el uso o mal uso de la información contenida en este libro.

ISBN: 978-0-937381-99-1 (impresión) ISBN:

978-1-938469-10-7 (ePub)

Biblioteca del Congreso de datos Catalogación por la publicación de la edición impresa

Palmer, John J., 1963-

Agua: una guía completa para los cerveceros / por John Palmer y Colin Kaminski.

pag. cm.

Incluye referencias bibliográficas e índice. ISBN

978-0-937381-99-1 (pbk.)

1. elaboración de la cerveza. 2. El uso del agua. 3. La química del agua. 4. Agua - Purificación. I. Kaminski,

Colin, 1965- II. Título.

TP583.P35 2013

Editorial: Kristi Switzer

Editores técnicos: AJ DELANGE, Martin Brungard Copiar Edición:

Amahl Turczyn Scheppach indexación: Doug Easton

Producción y Gestión del Diseño: Stephanie Johnson Martin Cubierta y diseño

interior: Julie cubierta blanca Ilustración: Alicia Buelow

A todos aquellos que han compartido generosamente sus conocimientos y
pasión por la elaboración de la cerveza conmigo, gracias por
dejar que me devuelva el favor.

- John

Me gustaría dar las gracias a todas aquellas personas que creyeron en mí para
hacer posible mi vida. También me gustaría dar las gracias a todas aquellas
personas que no creen en mí por darme la
conducir a alcanzar mis logros.

- Colin

Tabla de contenido

Agradecimientos

Prólogo

1 Un libro entero en la elaboración de la cerveza Agua

Descripción general de Agua como una visión general de

Ingredientes de agua y puré general Química del Agua de

Elaboración Brewing

2 ¿Dónde su agua?

El ciclo del agua

Fuentes y la mineralización del agua precipitación de

las aguas subterráneas de la superficie del agua

Del origen al grifo

3 ¿Cómo leer el informe de Agua

Estándares primarios parámetros del informe de

calidad del agua

Normas secundarias

No regulados Normas / Estética

El agua de dureza, alcalinidad y miliequivalentes

4 alcalinidad residual y el puré

La alcalinidad del agua

La precipitación de los fosfatos de calcio en el puré residual

alcalinidad Refinamiento de la AR

5 Residual alcalinidad, malta de la acidez, y Mash pH

Maltas y malta malta, de color

Acidez

Una discusión de malta acidez y la alcalinidad Determinación de la alcalinidad del agua en el puré Presentación de Z residual

Alcalinidad (Z RA) La hipótesis para predecir Mash pH

6 Control de Alcalinidad

La reducción de la alcalinidad

La reducción de la alcalinidad con Ácido

La acidificación de maceración y burbujeo del agua

La adición de alcalinidad

7 Ajuste de Agua para Estilo

Waters históricos, tratamientos y Estilos de sabor Efectos

de iones

Sulfato-a-ion cloruro

Edificio Brewing agua desde cero La elección de un

agua para el estilo de ajuste de agua para adaptarse

al estilo Brewing un estadounidense Pale Ale Brewing

una cerveza Pilsner

Preparar una Extra Stout Exteriores

8 Fuente de Tratamiento de Agua Tecnologías para la

Cervecería

La eliminación de sólidos suspendidos-mecánico

Filtración

Eliminación de sólidos disueltos-Hierro y

Manganeso

La eliminación de sólidos disueltos Intercambio de iones de

eliminación de sólidos disueltos-nanofiltración y

Osmosis inversa

La eliminación de líquidos y gas Contaminants-

Cloro

La eliminación de contaminantes orgánicos activados por

Carbón

Extracción de gases disueltos-desaireación

9 aguas de proceso Brewery

Brewing agua

Limpieza y aclarado con agua

refrigerada licor

El agua de alimentación de la caldera y la

caldera de embalaje

Producto empujando

agua de dilución

10 Tratamiento de aguas residuales en el Brewery

Lo que es de aguas residuales?

¿Por qué tratamos de aguas residuales? ¿Cómo

se trata de aguas residuales? La eliminación del

suspendida Ajuste Sólidos pH / Ecualización

tanque de filtración de Fines

Digestión

La deshidratación de lodos

Apéndice A-Química Glosario y Primer Apéndice

B-acidificación de burbujeo o

Brewing agua

Apéndice C-Ion, de sal y ácido cálculos de balance y
de carga Apéndice D-Water

Índice de distribución de especies de carbonato

Lista de los principales figuras, tablas, barras laterales y Ilustraciones

Distribución de agua y Procesamiento en la fábrica de cerveza

Nota breve sobre el pH y tampones agua Común proceso de
purificación de cloro o cloraminas?

Reglas generales para la solubilidad de compuestos iónicos

Agua

¿Qué es un ion?

Parámetros de cervecería clave en el Informe de Calidad del Agua para

la fuente de agua

Sólidos disueltos totales (TDS) Prueba ¿Qué es

un topo?

Factores de conversión para Ion Concentraciones relación
aproximada entre CO₂ y total

Alcalinidad en constantes de

equilibrio de agua pura

Carbonato de Especies Fracción molar vs El pH del agua @

20 ° C

La alcalinidad vs Shift Dureza pH de Kolbach con

Grist Relación de cambio de pH con el ajuste de la

abertura

Del contenido en ácido acético como una función de la malta de color

Congreso puré de pH varía en función de la malta

Tipo

Hierba de pH en función del tiempo y asar

Temperatura

Una nota acerca de Medidores de pH y automática

Compensación de temperatura (ATC)

Resumen parcial de malta Titulación de datos por Troester

y Bies et al

Graduada alcalinidad y acidez de Pils Weyermann

Base de malta

Buffering capacidad de una sola malta alcalinidad /

acidez de tres maltas buffering capacidad de tres

maltas La determinación de la acidez de malta

Aportes

Charge (mEq) por mmol de carbonato de Especies

Reducción de la dureza y alcalinidad por calentamiento y

Hirviendo

Método de AJ DELANGE para el uso de cal apagada

Descarbonatación en el hogar

Preparación 1 Soluciones normales de Seguridad Común Ácidos Ácido:

palabras de precaución para los ácidos fuertes (y

bases)

Resumen de métodos para reducir la alcalinidad

experimentos con niveles de calcio

pH Wort y gravedad (° P) vs. Lautering Tiempo Número de

protones liberados vs. pH

La eficacia de la cal frente a la tiza por un aumento de pH Mash Resumen

de métodos para aumentar los perfiles de iones de las principales ciudades

de cervecería Ion Aportaciones de alcalinidad Brungard por la sal adiciones

sugeridas perfil de las aguas para las formas sugeridas Lager perfil de las

aguas de Estilos Ale Cálculo de alcalinidad residual

Contenido de iones en Wort (10 ° P) y Beer Uso

Agua desmineralizada

Ventajas y desventajas generales de resina de intercambio iónico

tipos

Dosificación requisitos para el tratamiento metabisulfito de un ejemplo de distribución de agua y tratamiento en

la fábrica de cerveza

Propiedades de la solución de glicol de propileno

Requisitos NPDES para la descarga en Surface

Fuentes de agua

Los límites de descarga de alcantarillado de EE.UU.

típicos Cómo se trata de aguas residuales? Brewery tipo

Resistencia Residuos

Flujo Ascendente anaeróbico Sludge Blanket Digestión Sistema de la

acidificación del agua Chart-50 ppm como CaCO₃

La acidificación del agua Gráfico-100 ppm como CaCO₃

La acidificación del agua Gráfico-150 ppm como CaCO₃

La acidificación del agua Gráfico-200 ppm como CaCO₃

Porcentaje de carbonato de especies como función de

pH

Expresiones de gratitud

Ningún libro puede escribir sin la gestión del tiempo. Con entusiasmo se ofreció a pasar este tiempo, pero hay que agradecer a nuestras familias por el tiempo que perdimos con ellos. Nos embarcamos en este viaje hace varios años con la esperanza de recoger todos los conocimientos del mundo de agua de infusión en un solo lugar, y al hacerlo, abre la última frontera de elaboración de la cerveza. Encontramos en lugar de que el agua era mucho más profundo y más amplio de lo que habíamos imaginado. Juegos de palabras que salieron a la superficie del agua donde giramos. Temíamos que estaban fuera de nuestra profundidad. Pero con un montón de amigos para acudir en busca de ayuda, creemos que hemos compilado un libro útil para todos los fabricantes de cerveza.

Ambos de nosotros hemos comenzado elaboración de la cerveza hace unos veinte años a principios de los años noventa, y ambos fueron inspirados a aprender más acerca de elaboración de la cerveza agua de la escritura de un hombre en particular, AJ DELANGE. Él fue la primera persona que sabíamos de que se llevó a la química del agua más allá de $2 + 2 = 4$ y

nos introdujo en el sistema Carbo, a las constantes de solubilidad, y miliequivalentes. Él fue el primero en advertirnos que nos faltaba el punto tratando de replicar aguas elaboración de la cerveza famosos, que las composiciones no eran realistas, que no se suman. Su trabajo nos ha permitido dedicarse a la ciencia del agua en nuestras carreras elaboración de la cerveza y nos trajo a donde estamos hoy. A lo largo de este proyecto, ya que se pueden conseguir pegado sobre un tema, o darse cuenta de que había un elefante desconocido en la habitación, AJ fue la que nos podríamos recurrir para pedir ayuda. De hecho, sólo una semana antes de este manuscrito se debió, nos dimos cuenta de que no sabíamos cómo calcular el efecto de las adiciones de ácido fosfórico de calcio disuelto en el agua de elaboración, y AJ fue capaz de programar una hoja de cálculo para generar curvas que podrían describir por nosotros; y que aparece en a

B . Es nuestra convicción de que AJ DELANGE ha hecho más para ayudar a los fabricantes de cerveza a entender que cualquier agua desde que Paul Kolbach introdujo el concepto de alcalinidad residual en 1953.

También hay que agradecer enormemente Martin Brungard por su experiencia y sabiduría. Martin es un Diplomado de Ingeniería de Recursos Hídricos, y ha estado guiando a los fabricantes de cerveza en

el uso del agua desde 1999. Martin jugó un papel decisivo en el examen técnico de los contenidos, siempre llevando volver a lo que era práctico, aplicable y verificable en cualquier ámbito de la cervecería.

John tiene que agradecer personalmente a Bob Hansen y Dan Bies en Briess malteado e ingredientes por todo su trabajo duro probar el pH del agua destilada y la acidez de varias maltas. Este proyecto consumió casi cuatro años, ya que interrogado sobre los datos, y planeó y llevó a cabo nuevos ensayos. Del mismo modo, Kai Troester, un científico de elaboración de la cerveza hecho a sí mismo, ha compartido generosamente su trabajo e ideas en las pruebas de acidez de malta y predecir el pH de puré. La mayoría de

Capítulo 5 no habría sido posible sin su ayuda.

Colin tiene que agradecer personalmente Gil Sánchez, Ian Ward, Brian Hunt, el Dr. Michael Lewis y el Dr. Charles Bamforth para siempre ofreciendo consejos en la química de elaboración de la cerveza, mientras que negoció aguas difíciles. (Nunca mejor dicho). También hay que agradecer al capítulo de la Asociación de Cerveceros Maestro norte de California para proporcionar contactos y un sinfín de conferencias técnicas que hicieron de su elaboración de la cerveza

carrera posible.

Necesitamos absolutamente agradecer a los trabajadores y los fabricantes de cerveza de Stone Brewing Co., New Belgium Brewing Co., Coors Brewing Co., de oro, La Bruery, Eagle Rock Brewery, Golden Road Brewery, Firestone Walker Brewing Co., Moonlight Brewery, la cervecería de Bell , Fundadores Brewery, Anheuser-Busch-Fairfield, y por último pero no menos importante Sierra Nevada Brewing Co., por su generosidad en responder preguntas, llamadas telefónicas y visitas personales como hemos tratado de resolver todas las opciones y las prácticas de uso del agua hoy . También hay que agradecer a los muchos fabricantes de cerveza que nos ayudaron a lo largo de los años, haciendo preguntas y que nos invita a hablar en conferencias. Cada pregunta y la discusión ha ayudado a mantener los remos en el agua.

Por último, nos gustaría recomendar el *Handbook agua NALCO* para cualquier persona encargada de la gestión de tratamiento de agua en cualquier fábrica de cerveza. Este libro 1.000 + página es una enciclopedia de todo en el tratamiento del agua. Puede que no cubra las fábricas de cerveza en concreto, sino que abarca todo lo demás.

Prefacio

He estado involucrado con la elaboración de la cerveza durante unos 40 años y en ese tiempo he adquirido muchos libros. Algunos de ellos incluyen Briggs *Maltas y malta*, Neve de *El lúpulo*, Blanco y Zainasheff de *Levadura, la Guía Práctica de cerveza y fermentación* (También se incluye en la serie de elementos de elaboración de la cerveza) y Jackson *El agua aplicada y Spentwater Química*. todos estos libros contienen información valiosa acerca de las principales materias primas utilizadas para fabricar cerveza, pero los tres primeros son escritos claramente para los cerveceros. El cuarto no lo es. La palabra “elaboración de la cerveza” ni siquiera aparece en su índice. Lo mismo es cierto para varios otros títulos de agua y varios en la levadura (aunque elaboración de la cerveza se vuelve a mencionar en la mayoría de los libros de levadura). Tengo un montón de libros sobre el agua, pero no tengo uno en *fabricación de cerveza agua*. Tú lo haces. Tiene en sus manos en sus manos, y tan pronto como mi copia está en la impresora, lo haré también. Mina irá en el espacio que estoy reservando para ello, junto a la levadura, lúpulo y malta libros.

¿Por qué ha tardado tanto tiempo en conseguir un libro de agua elaboración de la cerveza en el estante? Simple: es difícil escribir uno! Hablo por experiencia. Tengo de vez en cuando trató de escribir un libro sobre este tema y encontró tan intrincada que a veces me sentí que estaba luchando contra la Hidra. Cada vez que una cabeza se cortó dos más volvió a crecer. Estoy bastante seguro de que si se encontró con John o Colin en una conferencia o en cualquier otro lugar y se le pedirá cualquiera de ellos si la tarea resultó ser más desalentador de lo que se pensaba originalmente, que respondían, '¡Sí!'

Luego está la cuestión de lectores. No estoy seguro de que muchas personas se han interesado en este libro hace 40 años. La demanda es fuerte ahora. He tenido un montón de, "¿Cuándo fue el libro agua que sale?" Consultas. Creo que la razón de esto es que la sofisticación de hobby y artesanía cerveceros ha avanzado de manera espectacular, y esto lo atribuyo a los avances en la tecnología. Las cuatro tecnologías que tengo en mente son las computadoras, sistemas de ósmosis inversa, medidores de pH y de Internet. Todos menos el último estaban bien establecidos hace 40 años. Mientras que los tres primeros no son nuevas tecnologías,

que han disfrutado de un enorme aumento en rendimiento acompañado de una disminución drástica en el precio.

Vamos a aplazar el debate sobre la influencia de RO y medidores de pH, por el momento y hacer comentarios sobre la influencia de Internet y, necesariamente, los ordenadores con los que acceder a Internet.

Hace cuarenta años, el estado de la técnica de elaboración de la cerveza conocimiento de agua se encontraba en unos pocos y demasiado breves capítulos de un par de textos de elaboración de la cerveza; pero esto fue suficiente para estimular el interés de los fabricantes de cerveza que comenzó a pensar en el problema, haciendo análisis y experimentos y se comunican entre sí a través de Internet. (Sabía que estos autores a través de los años netas antes de conocerlos en persona.) Debido a que las discusiones se llevaron a cabo utilizando un medio público, otras personas los vieron, se interesó y comenzaron a experimentar y calcular también. Si no hubiera sido por Internet no creo que el nivel de actividad habría sido casi tan alta como lo fue y sigue siendo. A medida que el 'tráfico' conseguido, incluso más gente se dio cuenta y comenzaron a aparecer artículos en revistas como *Técnicas de elaboración de la cerveza, el nuevo Brewer, y Cerevesia* como en varios sitios web. Con el tiempo se dio a algunos tipos de ingeniería que, si bien la química y las matemáticas relevantes asociados eran intrincada

(Más sobre esto más adelante), que podrían ser ocultados al usuario medio en un programa de hoja de cálculo o una calculadora inteligente diseño, que, si la interfaz de usuario se realiza correctamente, debería ser bastante fácil de usar. Estos comenzaron a proliferar.

Probablemente he encontrado una docena, de los cuales tres permanecen en uso frecuente en la actualidad. Hay una buena cantidad de discusión relacionados con el agua en algunos de los sistemas de BBS elaboración de la cerveza y el número de participantes parece ser bastante grande. La sala estaba llena de agua el Panel en la Conferencia Cerveceros Inicio en Bellevue en 2012. En otras palabras, la conciencia de lo que el agua puede hacer potencialmente para la cerveza, y el interés en ese potencial, parece ser más amplio de lo que era en el pasado. Aún así, no todo el mundo está a bordo. Este libro le ayudará a llevar a muchos al redil. Si usted es uno de los holdouts,

Las cerveceras avanzan en sus carreras, aprenden un poco acerca de malta, lúpulo y levadura antes de adquirir un nivel similar de conocimientos sobre el agua. Hay varias razones posibles para esto. Tenga en cuenta la perspectiva de una

nueva cerveza, que ahora cuenta con una amplia variedad de maltas, lúpulos y levaduras para elegir, cada uno de los cuales pueden venir de cualquier parte del mundo. Por ejemplo, no es raro para elaborar cerveza Pilsner de Bohemia clásico con lúpulo y malta de cebada cultivadas en la República Checa. La levadura es probable que se obtiene a partir de una fuente local, pero que creció fuente de las células suministradas desde una cepa importada originaria de la República Checa. Es, por el contrario, es evidente que no se puede importar agua de Pilsen o Ceske Budejovice. Consideraciones prácticas obligan a la mayoría de los fabricantes de cerveza a utilizar el agua que está disponible en sus fábricas de cerveza (aunque los cerveceros caseros a veces obtienen el agua de elaboración de las tiendas de comida cerca de salud o en los supermercados y yo cumplía con un operador comercial que tenía su agua en camiones). Dado que la cerveza se ve obligada a elegir entre los de variedades de lúpulo, malta y levadura docenas, pero prácticamente no tiene elección sobre el suministro de agua, no es de extrañar que nuestra nueva cerveza se centra la atención principalmente en los tres primeros y comienza la fabricación de cerveza sin dar agua mucho pensamiento. suministros municipales de agua en los países desarrollados son tales que si bien no puede ser ideal para elaboración de la cerveza, se puede

hacer muchas cervezas transitables con ellos. Muchos cerveceros hacen exactamente eso durante toda su carrera elaboración de la cerveza.

Dado que el agua potable no parece contribuir directamente sabores o aromas tan potentes como los de lúpulo, malta y productos de fermentación, es comprensible que a partir de los fabricantes de cerveza podría concluir que el agua no es más que un portador de sabores de los otros componentes de la cerveza. El cloro y cloramina en concentración apreciable excepciones

a esto, e incluso

cerveceros no sofisticados suelen ser conscientes de que estos productos químicos deben ser tratados, aunque un sorprendente número de fabricantes de cerveza a partir de hacer cerveza aceptable sin ninguna consideración por cualquiera. Este libro tiene mucho que enseñar a estos fabricantes de cerveza.

Otros fabricantes de cerveza, incluyendo algunos muy buenos, piensan en su agua disponible en los mismos términos que los viticultores opinan de terroir. Toman una decisión consciente de aceptar su agua tal como es, y sólo cervezas cerveza que trabajan con él. Es obvio que esto es mucho más fácil de hacer si sólo se está gestando un tipo de cerveza que si su cartera es extensa. Las secciones de este libro que describen el agua

fuentes y un desglose de sus componentes como se encuentra en un informe típico de agua serán de valor a estos fabricantes de cerveza, al igual que las partes que describen los efectos del agua sobre el pH puré y los que discutir no de infusión (limpieza, refrigeración, dilución, vapor generación, etc.) utiliza de agua en la fábrica de cerveza.

Antes de salir de terroir hay que señalar que, con o sin razón, a menudo se da como la razón principal de que, por ejemplo, Irish Stout es una cerveza muy diferente a la de Bohemia Pilsner. Si bien es claro que el local de lúpulo, malta y levadura disponibles tenían algo que ver con esto, el sentido común dice que el agua tenía mucho que ver con él también. También hay que señalar que la adhesión a la filosofía terroir no significa que nada se hace para el agua. Munich *Dunkles* y Munich *helles* a la vez elaborada con agua Múnich y ambos tienen características atribuibles a esta agua. En el primer caso, el agua se utiliza como está, pero en este último se descarbonata.

Como la experiencia de un fabricante de cerveza, el conocimiento y el contacto con otros fabricantes de cerveza crece y su deseo de hacer muy buena o excelente cerveza en lugar de simplemente emerge buena cerveza,

su atención, finalmente, a su vez, al agua, como debe ser; porque cervezas muy buenas y excelentes, no se pueden hacer sin una atención considerable al agua. Y aquí nos encontramos con el primer gran obstáculo en el camino hacia un mejor conocimiento del agua de escaldado. Comenzamos este ensayo con una implicación de que las fuentes de información sobre el agua como aplicados a la cerveza son difíciles de conseguir. No es tanto que la información necesaria no es por ahí como que está finamente dispersa y no siempre en lugares obvios. La cervecería tendrá una fuente para todo lo que necesita saber sobre el agua si se recoge un conjunto de textos generales sobre la química inorgánica, química física, análisis cualitativo y quizás la bioquímica; algunos textos más específicos sobre la química acuática, análisis de agua y de tratamiento de agua; esos alltoo-breve capítulos sobre el agua en los textos de elaboración de la cerveza;

revistas, alguna conferencia

procedimientos y algunas direcciones URL. Ninguna de estas fuentes, a excepción de algunos de los papeles y algunos de los sitios web, son exclusivamente de agua de elaboración de la cerveza y algunos de ellos son bastante difíciles de leer. Encontrar las partes relevantes elaboración de la cerveza es como encontrar aguja en un pajar.

Escribir este libro

requiere que los autores encuentran esas agujas, y lo han hecho muy bien; pero además de la extracción de pepitas de la literatura, los autores se han basado en el conocimiento de la experiencia de los cerveceros, personas con especial interés en o conocimiento de la materia y los que han desarrollado un software para hacer algunos de los cálculos y experimentos complejos. Con una amplitud de fuentes tales, este libro le sea responder a sus preguntas de agua de cervecería o de tener bien en el camino a esas respuestas. He visto muchas consultas de Internet que leen algo así como: "Estoy haciendo buena cerveza pero algo sólo parece faltar. Creo que puede ser mi agua. ¿Dónde puedo ir a aprender algo sobre cómo mejorar mi elaboración de la cerveza a través del ajuste del agua?" Este libro es la respuesta obvia.

No es suficiente con simplemente recoger toda la información relevante y ponerlo antes de la cafetera, ya que muchos serán completamente intimidar por él y por consiguiente, no habrá obtener ningún beneficio de ella. Una comparación con malta, lúpulo y levadura puede volver a prestar una cierta penetración. Si un fabricante de cerveza de malta encuentra un particular, tener demasiada proteína, o una cepa de levadura que tirar demasiado diacetilo, o una variedad de lúpulo a ser demasiado baja

en geraniol, no hay mucho que pueda hacer al respecto aparte de seleccionar diferentes materiales, o diluir o aumentar con materiales que tienen más o menos de las propiedades deseadas. El agua es bastante diferente. Mientras que la cerveza no puede obtener fácilmente el agua de una fuente diferente, lo que está disponible se puede modificar. De hecho, él debe hacer exactamente que si se quiere hacer excelentes cervezas libre de las limitaciones impuestas por la escuela terroir. Si hay demasiada cantidad de algunos iones, se debe quitar ese ion. Si hay deficiencia de alguna otra de iones, iones que debe ser aumentada. Para ello requiere la aplicación de la química. Es algo paradójico que los fabricantes de cerveza se intimida por la relativamente simple química del agua en contraposición a la mucho más compleja química y bioquímica de los otros tres ingredientes. El malestar se debe, en mi opinión,

solamente **limitado *cualitativo*** es la comprensión

suficiente, ya que el fabricante de cerveza típica prácticamente no puede aplicar la química para mejorar la malta, lúpulo o levadura. Para dominar el agua, por el contrario, se debe aplicar lo que sabe acerca de su química y debe hacerlo ***cuantitativo*** lo que significa

que tiene que hacer cálculos. Es mucho más fácil de explicar y entender (cuantitativamente) que los iones bicarbonato en licor de elaboración de la cerveza absorben los iones de hidrógeno a partir de un componente ácido que el puré se trata de explicar y entender cómo calcular

(Cuantitativamente) la cantidad de sodio

bicarbonato necesario para eliminar el efecto de que el ácido.

cálculos sobre el

bicarbonato sistema carbonato carbónico // en agua están en el corazón de la química del agua de infusión. Requieren el uso de cosas como la extensión Davies a la teoría de Debye-Hückel. Si no está familiarizado con eso, como la gran mayoría de los lectores será, no es de extrañar que usted puede sentir un poco intimidado. No sea! No es necesario para entender la teoría de Debye-Hückel (por no hablar de la extensión Davies) para utilizar este libro. Las partes de intimidación (matemática) de la ciencia se han hecho por ti y los resultados colocados en tablas y gráficos fáciles de usar. Esto es, en mi opinión, uno de los lugares en los que este libro realmente brilla. Esto hace que el más difícil, pero muy esencial, que forma parte de la materia accesible para aquellos que no tienen una formación en ciencias o ingeniería. Los pocos que quieren saber

acerca de la ecuación de Davies-Debye-Hückel y otros arcanos los encontrará en una búsqueda en Internet.

Un cervecer que busca mejorar su cerveza mediante la modificación de su agua disponible se esfuerza por cumplir dos objetivos: una técnica y estética. El objetivo técnico es establecimiento de pH adecuado puré. Se podría argumentar que el logro de este objetivo es lo que este libro es realmente y que el resto del material está apoyando. Eso es un poco exagerado, pero puré adecuado de pH es muy importante. El objetivo estético es una cuestión de sabor.

PH adecuado puré es necesario para el mejor perfil de sabor, pero hay otros efectos relacionados con el sabor más que derivan directamente de los minerales en el licor. El más conocido de estos son la dulzura y redondez impartida por el ion cloruro, y el sinergismo de los iones sulfato con los principios hop amargor. puré adecuado de pH y buen sabor efectos tanto requieren que ciertas cosas están en el licor a la concentración adecuada. agua de ósmosis inversa, una de las dos tecnologías restantes a ser discutido,

contiene

prácticamente nada, a fin de utilizar de la misma como fuente de licor hace que sea fácil de obtener las concentraciones de iones que necesitamos. Sólo tenemos que añadir

lo que se requiere, sujeto a la limitación de que los dos iones en la que un separa sal añadida están en proporción relativa fija. No hay necesidad de analizar el agua o realizar cualquier prueba sobre ella que no sea para verificar que el sistema de ósmosis inversa está funcionando correctamente. RO agua es, en una analogía popular, una 'hoja en blanco'.

disponibilidad de agua de ósmosis inversa está revolucionando hobby y elaboración de la cerveza comercial, ya que no importa lo difícil que puede ser el agua disponible, ahora puede transformarse en ese pedazo de papel en blanco. No sólo RO hacen posible preparar una buena cerveza en lugares donde esto antes no era posible, que hace que la relación de la cerveza con el agua mucho más simple. El consejo, "Sólo se disuelve 1 gramo de cloruro de calcio en cada galón de agua de ósmosis inversa y la cerveza" es un consejo muy simple de hecho, pero le conseguirá una buena cerveza en un número sorprendentemente grande de casos. Para obtener una excelente cerveza va, naturalmente, tiene que hacer algo más que añadir un poco de cloruro de calcio, y este libro le mostrará cómo hacerlo.

La última de nuestras tecnologías de vanguardia es el medidor de pH bajo costo. Encontrará pH discutió mucho en

este libro. El equilibrio de los iones de carbonato y fosfato depende del pH y cada una de las muchas reacciones químicas complejas de malteado, maceración y la fermentación están mediadas por la catálisis bioquímica de enzimas. Comportamiento de las enzimas depende de la temperatura, como la mayoría de los fabricantes de cerveza saben, pero también depende del pH. Es por eso que es tan importante para establecer el pH puro correctamente (si lo hace, el pH en otras partes del proceso tenderá a estar en el rango correcto también). Predicción Mash pH es complicado y una variación natural en las propiedades de malta hace predicciones exactas difícil. Aquí es donde entra en juego el medidor de pH. Se da información directa a la fábrica de cerveza al igual que su termómetro hace, y la información de la que es tan importante como la información de la temperatura. Si la temperatura está apagado, el cervecero añade o quita calor. Si el pH está fuera de la fábrica de cerveza añade o quita ácido.

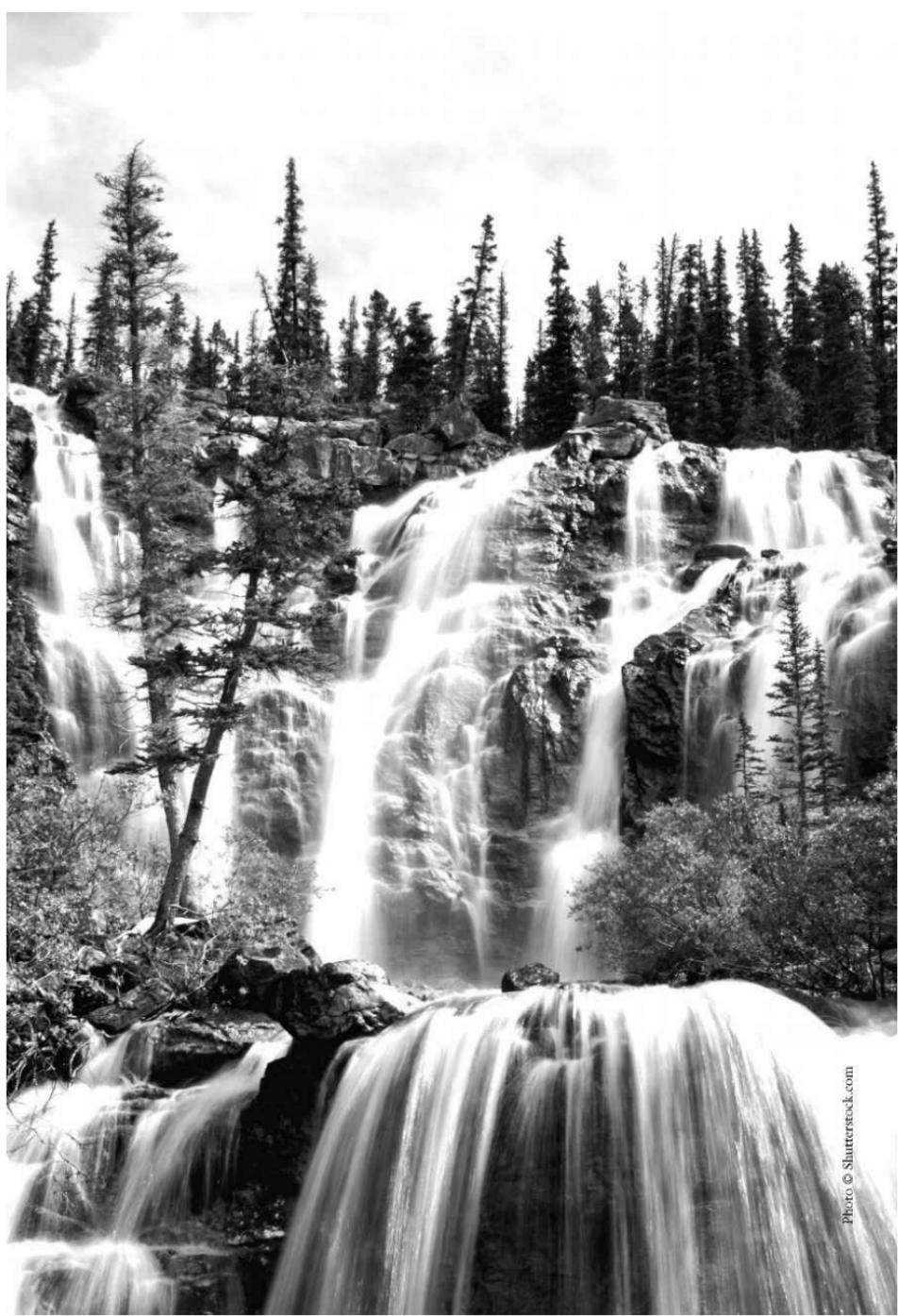
En resumen: Usted tiene, esencialmente, en tres opciones

acerarse a su agua de escaldado. Usted puede preparar con ella tal como es; se puede modificar mediante la adición de iones deficientes y la eliminación de los que están presentes en exceso; o puede empezar con agua RO y construir el licor de elaboración de la cerveza que necesita a partir de cero. Espero que este prólogo le ha dado un poco de perspectiva que le ayudará, mientras lee, a tomar esa decisión, así como para apreciar la amplitud de la información que se encuentra en este libro y comprender la importante contribución que hace a la literatura elaboración de la cerveza. Sumergirse y espero que disfruten de la lectura tanto como he disfrutado ayudando a John y Colin lograr que se escriben.

AJ DELANGE

McLean, Virginia podría

2013



Un libro entero en Brewing agua

Este libro es parte de una serie de elementos Brewing los Cerveceros Publicaciones y está destinado a todos los niveles de los cerveceros

- de los cerveceros caseros a los profesionales. Sin embargo, se debe entender que este es un libro técnico que es *no* previsto para el principiante. Cerveceros deben tener un conocimiento práctico de técnicas de elaboración del grano, incluso maceración, filtración del mosto, y los rendimientos esperados para apreciar plenamente las discusiones en este libro. Cerveceros también deben tener un conocimiento básico de la química de nivel medio superior con el fin de entender los conceptos discutidos aquí. Para aquellos que son un poco oxidado en química, un glosario y el cebador se proporciona en [Apéndice A](#). Del mismo modo hay muchos recursos de Internet que pueden explicar los conceptos de química si es necesario.

Antes de 1990, había una bastante amplia brecha en el nivel de conocimientos técnicos entre los fabricantes de cerveza a nivel de hogar

y los fabricantes de cerveza a nivel comercial. Pero desde ese momento, la brecha se ha reducido considerablemente. Actualmente tenemos cervecerías más pequeñas e independientes en los Estados Unidos que nunca antes en nuestra historia, y la mayoría de estos maestros cerveceros aprendido su oficio por primera cerveza casera. Esta afirmación es válida en todo el mundo, así, nuevas pequeñas fábricas de cerveza se están abriendo en todas partes, la gente a redescubrir cerveza en toda su variedad. Existe un renovado interés en diferentes estilos de cerveza y una mayor variedad de ingredientes. Nuevas cepas de levadura son cada vez más accesibles, los fabricantes de malta tienen nuevos mercados para sus maltas especiales, y los cultivadores de lúpulo son constantemente pidieron nuevas variedades, todo para satisfacer las necesidades creativas de los nuevos cerveceros. Pero el agua? Así, el agua proviene de un agujero en el suelo.

En el siglo pasado, parece agua a menudo se pasa por alto o demasiado simplista cuando se consideraba en absoluto. El tema común fue que el agua debe estar limpia y potable, baja en alcalinidad y dureza, provienen de los arroyos de montaña puros, etc. Aquí en los Estados Unidos, la elaboración de la cerveza de cervezas de tipo Pilsner de luz para el todos los hombres parecía ser el único verdadero objetivo de cualquier proceso de infusión,

especialmente en lo que cervecerías consolidados en los años 1950, 60, y 70. Durante la última mitad del siglo XX, las recomendaciones generales para la elaboración de la cerveza del agua en los libros de texto han sido:

- El agua debe estar limpia.
 - Pre-hervir el agua para deshacerse de dureza temporal. La
 - alcalinidad del agua debe ser inferior a 50 ppm.
- generalidades es que fueron construidos principalmente para un estilo de estilo de cerveza Pilsener-lagers y no necesariamente cumplen con los requisitos de otros estilos. La cerveza es la bebida más compleja conocida por el hombre, y el papel del agua en la elaboración de la cerveza es igualmente compleja. los libros de texto de química del agua normalmente se ejecutan a 500 páginas, sin embargo, el agua rara vez recibe más de un solo capítulo en los libros de texto modernos de elaboración. ¿Es porque el agua es simple elaboración de la cerveza? No. Es porque la química del agua sólo se ha entendido recientemente? No en realidad no.

La influencia y la importancia de la composición del agua sobre la cerveza se conoce desde hace mucho tiempo. En 1830, el

composición del agua de Burton-upon-Trent se dio a conocer como el resultado de una demanda por difamación presentada por cerveceros locales de la ciudad contra la Sociedad para la difusión de conocimiento útil, que había afirmado que los fabricantes de cerveza Burton adulterados sus cervezas. El término “Burtonization” fue acuñado en 1882 por Egbert Hooper en *El Manual de elaboración de la cerveza*, y atribuida a un proceso desarrollado por el químico Charles Vincent en 1878. En 1901, Wahl y Henius publicaron el *American Book práctico de elaboración de la cerveza, malta, y Operaciones auxiliares*. En la sección sobre agua (12 páginas) en la elaboración de la cerveza Materiales, hacen nota de tratamientos para mejorar el agua, tales como aireación para eliminar los olores y precipitar el hierro, y la adición de sales para Burtonizing, indicando, “Una adición de yeso de París, sulfato de magnesia, o sal común, preferiblemente en un polvo en el depósito de agua caliente, hará que el agua blanda más adecuada, particularmente para las cervezas muy pálido.” se van a describir ‘hacer Constituyentes perjudiciales indiferente’, tales como la reducción del exceso alcalina carbonatos mediante adiciones de una cantidad adecuada de cloruro de calcio, el ablandamiento de agua de alimentación de calderas, y discuten diferentes aguas de infusión para

diferentes tipos de cerveza y cerveza. Las únicas diferencias reales en este libro de textos modernos son la terminología para algunos las sales (por ejemplo, cal, magnesia) y las unidades (es decir, granos por galón vs. ppm).

Gran parte de la misma información y se presenta más en *Principios y Práctica de la elaboración de la cerveza* 3rd Ed., Por WJ Sykes en 1907. Él proporciona revisión considerable de diferentes aguas elaboración de la cerveza y tratamientos de agua a “modificarlos para un mejor propósito”, incluyendo las reacciones químicas pertinentes. Este libro se publicó sólo unos pocos años antes de que el concepto de pH se introdujo por Søren Sørensen PL del Laboratorio Carlsberg en 1909, y el pH no se incluyó en las discusiones. El concepto de pH había ganado una mejor aceptación por 1924, cuando su definición fue refinada a estar de acuerdo con el trabajo contemporáneo en celdas electroquímicas.

Otra prueba de que el negocio de tratamiento de agua no es nuevo se da en el resumen de la publicación 1935 Wallerstein Laboratories, *El tratamiento de la elaboración de la cerveza del agua en la luz de la química moderna*:

“Cada agua de infusión debe ser cuidadosamente estudiado y

tratado de acuerdo con sus necesidades específicas. Durante más de 30 años hemos realizado el tratamiento del agua de escaldado nuestro estudio especial, el suministro de la cerveza con los particulares Burton sales Wallerstein necesarias para mejorar y corregir su agua de elaboración de la cerveza “.

Este libro también incluye la discusión sobre el valor de la medición del pH, pero señala que el pH del agua no es la meta.

Mientras que el pH es uno de los factores más importantes en relación con la idoneidad de un agua con fines de elaboración de la cerveza, hay que tener en cuenta que es el pH de la masa y no el pH del agua que influirá en los resultados en la industria cervecera. Por lo tanto, nuestro objetivo en la corrección del agua de escaldado no es lograr cualquier valor de pH particular en el agua, pero para que sea más adecuado para elaboración de la cerveza y para proporcionar las condiciones bajo las cuales las operaciones de elaboración de la cerveza se puede conducir de la mejor manera.

En 1953, Paul Kolbach determinó que el aumento de la alcalinidad del agua provoca pH del mosto a elevarse por encima de su agua destilada o pH “normal”. También determinó que el calcio

y magnesio en agua (dureza) reacciona con los fosfatos de malta para neutralizar la alcalinidad del agua y reducir el pH del mosto. Llamó la alcalinidad restante después de esta reacción “alcalinidad residual” y este concepto se ha convertido en una piedra angular para la comprensión y la manipulación del pH a lo largo del proceso de elaboración de la cerveza.

El pH puré impulsa el pH hervidor de agua, hervidor de agua y el pH es un factor principal en la determinación de la forma en que los sabores de la cerveza se expresan en el paladar. En una región de agua alcalina, un fabricante de cerveza puede típicamente necesitará utilizar ácido o incorporar maltas más ácidos en la factura de grano para llevar el pH puré hacia abajo en el rango deseado. Por el contrario, la necesidad de ácidos o maltas ácidas se reduce en una región con agua de baja alcalinidad.

En general, el gusto americano de la cerveza en el siglo pasado ha conseguido más y más ligero. Obviamente, hay excepciones, pero los años de la Luz, en seco, y las campañas de marketing de cerveza hielo cuentan una historia coherente. De hecho hace poco, algunas empresas muy grandes cerveceras han pasado más tiempo del anuncio hablando de los envases de una nueva cerveza que su sabor. El punto es que baja gravedad lager pálido

cervezas son la gran mayoría del mercado, y las características de agua de infusión de ese estilo ha sido aceptada como la norma, sin mucha comprensión de por qué. Con suerte, este libro puede ser un puente entre el pasado y el futuro del uso del agua en la fábrica de cerveza.

requisitos de calidad del agua en la fábrica de cerveza puede variar. La mejor agua para la elaboración de la cerveza no siempre puede ser la mejor agua para otros usos en la fábrica de cerveza. El agua que se utiliza para la limpieza, la generación de vapor, refrigeración, o dilución puede necesitar totalmente diferentes parámetros de maceración o agua burbujeo. Lo que esperamos hacer con este libro es darle el conocimiento para cambiar el agua de un obstáculo en una herramienta. El primer objetivo de este libro es educar a la cerveza sobre el agua como un ingrediente de la cerveza. El segundo es el de explicar en un lenguaje sencillo cómo el agua interactúa con las maltas para crear la química de la masa, y la manera de manipular que la química para mejorar la cerveza. La tercera sección del libro se sale de la cuba de puré y se centra en las necesidades de agua de proceso otra fábrica de cerveza y tratamiento de aguas residuales. La elaboración de cerveza debe ser todo acerca de hacer el trabajo de agua para usted,

Panorámica de agua como ingrediente

En su libro seminal *"On Food and Cooking"* autor Harold Magee- afirma que la cocina es química. Y así es elaboración de la cerveza-cerveza es una mezcla compleja de azúcares, proteínas, alcoholes, y otros compuestos orgánicos innumerables. Un fabricante de cerveza tiene que pensar en las fuentes de agua y el agua de la misma manera como variedades de lúpulo y regiones de cultivo, o maltas y fabricantes de malta. Diferentes fuentes de agua tienen diferentes perfiles químicos y, por tanto, diferentes beneficios para los diferentes estilos de cerveza. Crystal agua pura de manantial de montaña es una gran idea en teoría, pero la realidad de la elaboración de la cerveza es que la dureza del agua significativa es realmente recomendable para un mejor rendimiento elaboración de la cerveza y otros iones puede ser beneficioso para dar sabor a la cerveza.

Elaboración de la cerveza la buena cerveza se trata de algo más que tener el derecho de agua; y por el contrario, tener el derecho de agua es algo más que simplemente hacer una buena cerveza. En la primera parte de este libro ([Capítulos 1 a 3](#)), Queremos que usted pueda obtener una apreciación de donde proviene el agua, y lo que hay en él. Vamos a discutir los informes de agua y normas de agua potable primarios, los varios minerales y contaminantes

y cómo estos pueden afectar su cerveza. El primer requisito para el agua fuente de elaboración de la cerveza es que sea *limpiar*. Una fuente de agua puede ser apta para beber, pero puede que no sea apto para elaborar cerveza. El agua puede contener cloro o cloraminas, gases disueltos, o compuestos orgánicos que pueden afectar negativamente el sabor de la cerveza. Aunque inicialmente puede parecer fácil, degustación del agua antes y después de cada paso del proceso, y antes de cada aplicación clave es muy recomendable.

Por ejemplo, en Sierra Nevada fábrica de cerveza en Chico, California, que tasteand oler a probar el agua diariamente, utilizando un mínimo de cuatro personas, en seis puntos diferentes en el proceso de elaboración de la cerveza. Tienen un sabor del agua de entrada para cualquier cosa inesperada; tienen un sabor y olor del agua después de declaración, y después de la filtración de carbono para cualquier offaroma. Ponen a prueba el tanque frío licor, el tanque de licor caliente, y el tanque de agua desaireada para cualquier off-aroma. Otros aguas de proceso no producto, tales como la Limpiadora de embotellado y enjuague, se prueban semanal. Los malos sabores y aromas pueden ser a humedad o terroso, azufre, éster, o metálico. Algunos de estos puntos de prueba pueden no ser aplicables a su fábrica de cerveza, y las diferentes fuentes de agua tendrá diferentes necesidades, pero

El análisis sensorial completa y consistente de la calidad de su agua es una herramienta poderosa.

Descripción general de Agua y puré Química

En la segunda parte del libro ([Los capítulos 4 a 7](#)), Vamos a explicar cómo la química del agua interactúa con la química puré. Generalmente, el agua para fabricación de cerveza debe tener un mínimo de 50 ppm de calcio para mejorar el rendimiento de maceración, buena fermentación, y la clarificación de la cerveza. Alcalinidad en el agua de elaboración ha sido considerado tradicionalmente como sólo como una barrera, algo que debe ser eliminado. Sin embargo, el nivel recomendado de alcalinidad en el agua de elaboración puede variar en función de la acidez de la composición de puré de malta y cerveza carácter deseado de la cafetera. En general, baja alcalinidad es deseable para cervezas de color más claro y la necesidad de alcalinidad aumenta para grists puré más oscuras y más ácidas. En última instancia, el sabor de la cerveza debe ser guía de la cafetera a la composición del agua adecuada.

Durante años, se ha hablado de desarrollar un modelo para predecir y controlar el pH puré mediante la comprensión de la interacción de la composición del agua y maltas en el molino del grano. Vamos a explorar las investigaciones recientes en esta área con el fin de

ilustrar el cuadro grande y es de esperar estimular la investigación futura. (

4 discute el concepto alcalinidad residual

en detalle, y [Capítulo 5](#) se centra en la química de malta. la química de malta puede parecer más allá del alcance de este libro, pero realmente es la otra mitad de la ecuación si se va a discutir pH puré; y no hay realmente mucho sentido en la discusión de la química del agua si no se va a discutir las propiedades de pH puré de patatas y cerveza.

[Capítulo 6](#) mira a métodos para controlar la alcalinidad en más detalle -tanto la reducción y el aumento de la alcalinidad según sea necesario. El ablandamiento con cal, descarbonatación por el calor, y la acidificación de elaboración de la cerveza y el agua de rociado se dirigen, así como las últimas investigaciones en el efecto sobre puré pH de tiza y adiciones cal apagada.

Vamos a explicar cómo manipular la química del agua para mejorar su cerveza. Aunque el calcio y la alcalinidad son aspectos muy importantes de agua de infusión, varios otros iones pueden tener efectos sustanciales sobre el sabor de la cerveza y la percepción. Por ejemplo,

el sulfato-a-
relación de cloruro en el agua puede afectar significativamente la malta a
equilibrio de sabor amargo y la percepción de saciedad

y sequedad en la cerveza. Sodio, magnesio, cobre y zinc puede ser muy beneficioso en pequeñas cantidades, pero producen malos sabores si se utiliza en exceso. Los efectos de estos iones en la cerveza se discuten en [Capítulo 7](#).

Una pregunta frecuente es, ¿qué tipo de agua es apropiada para un estilo particular? ¿Cuánto de esta sal debería añadir a mi agua? También vamos a enseñar cómo hacer los cálculos de química simples para la sal y el ácido

adiciones. En [Capítulo 7](#) presentamos nuestra recomendaciones para las composiciones generales de agua para los diferentes estilos, recetas de sal para la construcción de estas aguas de agua destilada o RO, y un par de ejemplos específicos para el ajuste de una fuente de agua para preparar mejor un estilo particular. Estas sugerencias están destinadas a ser escalones o puntos de lanzamiento, no un destino final. Las cualidades sabor de la cerveza debe ser su guía a medida que navega estas aguas. En conjunto, estos capítulos y los apéndices deben darle las herramientas para adaptar su agua para casi cualquier estilo que desee preparar.

Descripción general del Agua de Elaboración Brewing
La última sección del libro, [Capítulos 8 a 10](#),

se centra en el uso del agua en la fábrica de cerveza para los procesos que no sean de elaboración: qué tecnologías de tratamiento están disponibles, los requisitos para las diferentes aguas de proceso y tratamiento de aguas residuales cervecería. El tratamiento de agua es una antigua ciencia, con procesos como la ebullición, la filtración por arena y filtración de carbono que se remonta a la época de los faraones egipcios. El ablandamiento con cal fue desarrollado en 1841 y se discute como una práctica estándar en tanto *Principios y Práctica de la elaboración de la cerveza y American Beer* (*Book práctico de elaboración de la cerveza*). La tecnología moderna ha movido el tratamiento del agua a partir de ahí. El propósito de esta sección del libro es dar a conocer la nueva cerveza (y) con el estado actual de la técnica, con procesos que son más adaptables a las cervecerías pequeñas y medianas, y no a un refrrito de viejas tecnologías que pueden ser más adecuados para grandes elaboración de la cerveza-scale.

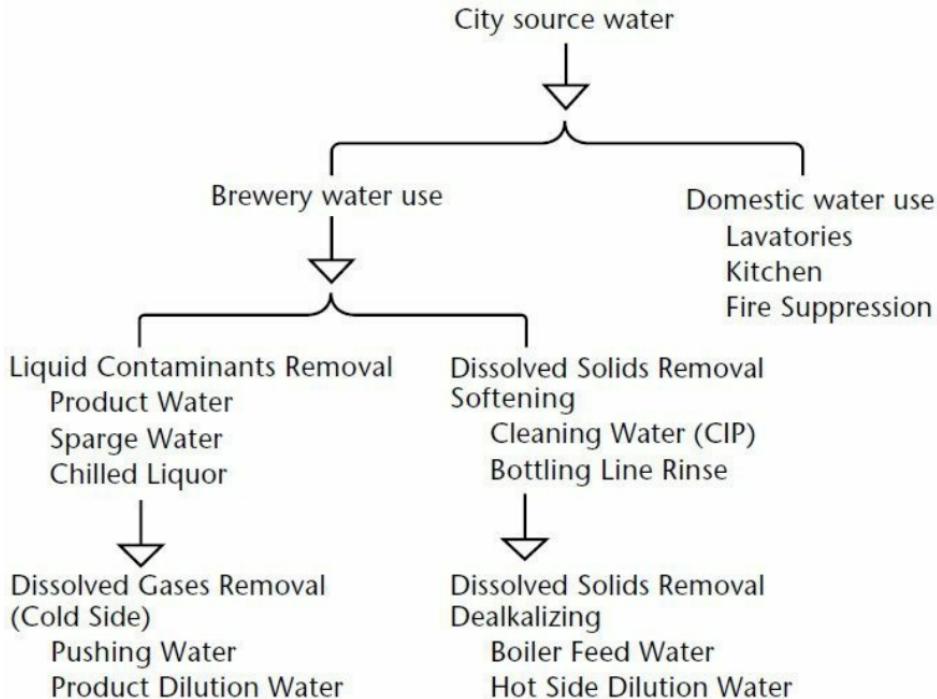


Figura Distribución 2-Agua y Procesamiento en el Brewery.

Brewing es una actividad muy intensa, utilizando en cualquier lugar de 5-10 volúmenes de agua por cada volumen de cerveza producida. La mayor parte de esta agua se utiliza para la limpieza, una parte se pierde por evaporación, y casi todos se acaba yendo por el desagüe a menos que se recupera. El agua utilizada para la limpieza a menudo necesita ser suavizada para obtener mejores resultados. Los términos coloquiales “agua dura” y “agua blanda” en realidad procedían de la industria de la limpieza. El término “duro”

significa que es difícil de levantar una espuma debido a la unión de los sitios de unión del suelo en jabones de iones calcio y magnesio química.



La figura 3-A día brew típica en el Bruery en Placentia, CA.

Una vez que los iones de calcio y magnesio en el agua

han sido atado, se necesita más jabón para la limpieza real. Detergentes y tensioactivos son menos sensibles al agua dura y constituyen la mayoría de los productos químicos de limpieza en uso hoy en día. La dureza del agua es también responsable de incrustaciones de carbonato en el equipo, que inhibe la limpieza a fondo. Por lo tanto, es común para ablandar el agua dura antes de su uso en la limpieza.

Pero hay más en Brewery tratamiento de agua de ablandamiento. Hay varias tecnologías que los servicios de agua utilizan para eliminar los sólidos en suspensión, sólidos disueltos, y contaminantes líquidos y gases desde el agua, y estos mismos métodos se pueden poner para utilizar en la fábrica de cerveza. Una vez que entendemos las tecnologías disponibles para nosotros, podemos mirar a los requerimientos de agua proceso de cervecería con una mejor vista puesta opciones y viabilidad.



Figura 4-glicol tanques de fermentación enfrián a Dama Bier, Piracicaba, SP, Brasil.

El agua se utiliza para enfriar el mosto en intercambiadores de calor, que se utiliza en soluciones de glicol de polipropileno alrededor de fermentadores con camisa, y se utiliza en forma de vapor y de agua de alimentación en sistemas de caldera. agua de la caldera tratamiento es esencial para el mantenimiento de la eficiencia energética y la integridad de los sistemas de generación de vapor. La mala gestión de los equipos y el uso del agua puede tener efectos importantes en el rendimiento del sistema,

los costos de energía, las emisiones de agua y gas, y la vida del equipo. Cada uno de estas aplicaciones de intercambio térmico tiene potencialmente diferentes requisitos.



Figura 5-*la caldera a Stone Brewing Co, Escondido, CA.*

Si bien gran parte de la cerveza artesanal producido en la actualidad se vende en el local, directamente de los tanques brillantes, muchos de ellos necesitan ser embotellada y en barril también. las leyes de etiquetado actuales requieren la adhesión estricta al contenido de alcohol declarado. Por lo tanto, muchas cervecerías practican alta gravedad elaboración de la cerveza en algún grado para que puedan diluir el mosto o cerveza para golpear de forma más consistente su número. las necesidades de agua de dilución

para ser altamente desaireado para evitar el endurecimiento prematuro, ya que a menudo se añade justo antes de su envasado. El agua también se utiliza para el lavado y engaños acerca / chorro en la línea de embotellado, y para lavar y enjuagar barriles de acero inoxidable, aunque por lo general sin la necesidad de desaireación.

El agua de dilución se puede utilizar en muchos puntos diferentes en el proceso de elaboración de la cerveza: pre-hervir, post-hervir, y / o postfermentation. Pre-ebullición y agua de dilución después de la ebullición se pueden utilizar para ajustar la gravedad original o volumen del lote. La popularidad de ebullición de alta gravedad y fermentación en fábricas de cerveza de producción a menudo requiere un suministro de agua de dilución. Los requisitos para el agua de dilución después de la ebullición son los más altos en la fábrica de cerveza. El agua debe ser desinfectada y tanto purgar antes de su uso, ya que está siendo utilizado para la cerveza terminada. El agua que no se desinfecta tiene un mayor riesgo de echar a perder la cerveza en el paquete, incluso si pasteurizada. Por último, el contenido de calcio del agua de dilución debe ser menor que el contenido de calcio de la cerveza concentrada con el fin de evitar la precipitación de oxalato de calcio en el paquete.

se abre la cerveza.



Figura 6-A mirar en la sala de tratamiento de agua en Sierra Nevada Brewing Co, que muestra la media parte inferior de la columna de la desaireación.



Figura 7-Este es el tanque de digestión aeróbica en Sierra Nevada Brewing Co, en Chico, CA.

El tratamiento y la eliminación de las aguas residuales es la espina proverbial en el lado de muchas fábricas de cerveza en crecimiento. A medida que crece la producción de cerveza, la carga y el carácter de las aguas residuales enviados a la planta de tratamiento de aguas residuales está bajo escrutinio cada vez mayor. Lo que antes era un inconveniente menor, o un guiño y un guiño al proveedor de tratamiento, se convierte en un problema de cómo todos los días para disponer de

aguas residuales, pasado levadura y productos químicos de limpieza, evitando multas y recargos por de la fábrica de cerveza descargas de aguas residuales?

Para reducir la carga y mejorar el carácter de las aguas residuales fábrica de cerveza, puede ser necesario un tratamiento previo en la fábrica de cerveza. El objetivo del pretratamiento de aguas residuales es para eliminar los sólidos disueltos y suspendidos del agua, mantener el pH de las aguas residuales dentro de los límites permisibles, y reducir la fuerza de la descarga. En muchas áreas, lo que permite aguas residuales no tratadas para entrar en la red de alcantarillado puede conducir a altas tarifas y multas por parte de la planta de tratamiento de aguas residuales local. fuerza de aguas residuales Brewery se puede reducir químicamente, aeróbicamente o anaeróbicamente. Cada tipo de sistema tiene sus ventajas y desventajas, y estos se discutirá con más detalle en [Capítulo 10](#) .

Con suerte este panorama, se da una mejor comprensión del agua como un ingrediente de la cerveza y como recurso de producción. El perfeccionamiento de su agua para sus múltiples usos cervecería es una parte importante de mejorar el sabor de sus cervezas y mejorar las operaciones de la cervecería. Los requisitos ambientales en una fábrica de cerveza nunca han sido

más estrictas de lo que son hoy y esperamos que al traer estos aspectos en un solo libro, podemos darle el conocimiento y las herramientas para hacer que el agua realmente funcione para usted y su cerveza.

¿Dónde su agua ¿Viene de?

La comprensión de donde proviene nuestra agua y cómo el ambiente puede alterar su carácter y constituyentes son factores importantes para el agua de escaldado. Este capítulo ilustra cómo los cambios de agua a medida que progresá a través del ciclo del agua (hidrológico) y, finalmente, influye en nuestra elaboración de la cerveza.

El ciclo del agua

Podemos considerar el ciclo del agua para comenzar como un gas o vapor en las nubes. **Se inicia el ciclo tan pura H₂O (aka monóxido de dihidrógeno, o Oxidane),** pero no por mucho tiempo. Como se condensa para formar gotitas de agua, absorbe dióxido de carbono y otros gases del aire. El ambiente también está llena de partículas de polvo y cristales minerales diminutas, tales como

arena y cloruro de sodio. Todas estas sustancias ayudan a las gotitas de agua para condensar, pero también contaminar el agua durante la formación. Las gotitas se aglomeran y caen a la tierra como precipitación (lluvia o nieve).

Cuando la lluvia y la nieve caída a la tierra y recoger, se convierte en agua superficial. Cuanto más largo el agua de la superficie se mantiene en contacto con la tierra (días o años), el más sustancias desde el medio ambiente serán disueltos o suspendidos en ella. Estas sustancias pueden ser la materia orgánica de las plantas o animales, otros compuestos tales como herbicidas y pesticidas, y minerales tales como cloruro de sodio y sulfato de calcio, por nombrar sólo unos pocos.

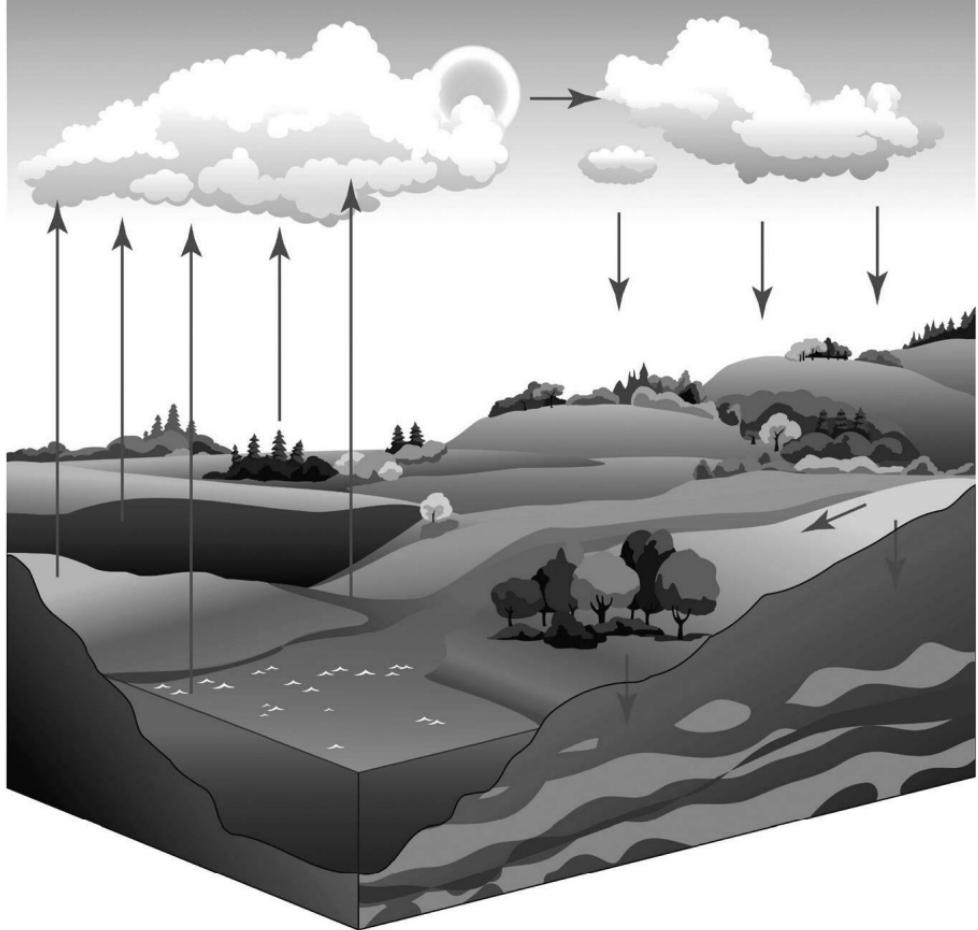


Figura 8-El ciclo del agua de gas a líquido y la espalda. Imagen © Shutterstock.com.

Como el agua superficial se filtra en el suelo, la mayor parte de la materia orgánica se separa por filtración y el agua se expone a más minerales. Esta agua se denomina agua subterránea y

pueden residir en estos acuíferos durante cientos, si no miles de años. La exposición a largo permite un montón de tiempo para que los minerales se disuelvan en el agua subterránea. En las zonas con formaciones de suelo y roca de carbonato, los minerales disueltos a menudo conducen a mayores concentraciones de dureza y alcalinidad que se puede lograr en la superficie.

Pozos, manantiales y filtraciones en los ríos y arroyos de aguas subterráneas traer de vuelta a las aguas superficiales. En cualquier momento, tanto aguas subterráneas y superficiales puede evaporarse a la atmósfera para reiniciar el ciclo del agua.

Las fuentes de agua y la mineralización

El punto de esta introducción es para ilustrar que hay tres fuentes principales de agua dulce (precipitación, agua de superficie, y las aguas subterráneas) y cada uno tiene sus ventajas y desventajas para el uso en la fábrica de cerveza. La precipitación de lluvia o de la capa de nieve reciente tenderá a tener un pH más bajo que el agua superficial y contienen muy poca materia orgánica o minerales disueltos. El agua superficial de los ríos o lagos puede tener más materia orgánica y una moderada concentración de minerales disueltos y alcalinidad. es más probable que estén contaminados con aguas superficiales

compuestos orgánicos, incluyendo plancton y escombros. La calidad del agua superficial varía en gran medida con la ubicación debido a ambiental

condiciones y humano actividad.

El agua subterránea tiende a tener orgánicos de bajo, pero puede tener un mayor contenido mineral disuelto y es susceptible a la contaminación de la industria, la agricultura y otras fuentes artificiales.

Cerveceros han obtenido su agua de infusión a partir de fuentes superficiales y subterráneas durante siglos. La mayor parte del agua extraída de estas fuentes es para el agua potable o usos distintos de elaboración de la cerveza. El agua puede ser suavizada o endurecido, se ajusta el pH, y los iones de problemas orgánicos o quitar para hacer que el agua más atractivo para los clientes y proteger la infraestructura de la empresa de agua. En los Estados Unidos y en otros países, las leyes a menudo requieren que los servicios públicos desinfectar el agua para eliminar la contaminación microbiana antes de su distribución a los usuarios del agua. El hecho de que el agua ha sido tratado antes de la distribución no significa que es adecuado para su uso elaboración de la cerveza, a pesar de que

es adecuado para beber. La desinfección no es tradicionalmente importante para los fabricantes de cerveza porque el

proceso de elaboración de la cerveza implica típicamente de ebullición. De hecho, la cerveza se ha utilizado durante miles de años como un medio de hacer que el agua segura para beber cuestionable. la desinfección del agua pública puede ser un problema para los fabricantes de cerveza debido a que algunos desinfectantes comunes pueden ser difíciles de eliminar, puede causar subproductos residuales, y puede tener efectos negativos sobre el sabor de la cerveza. (Esto se discute más adelante en

Capítulo 3 .)

Este es el primer mensaje final: Conocer su fuente de agua y lo que pueden esperar de él. Una descripción más detallada de las fuentes de agua comunes sigue.

Nota breve sobre el pH y tampones

pH se definirá en detalle más adelante en el libro, pero el punto clave para entender por ahora es que pH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno, o la acidez de una solución. El pH se mide en una escala de 0 a 14, con 7 considerado neutral. Valores por debajo de 7 son cada vez más ácida y aquellos con un pH mayor que 7 son más básicas. Por sí mismo, el pH del agua no es muy útil para los fabricantes de cerveza. Para el cervecero, la

alcalinidad del agua de infusión es más importante que su pH.

Con el fin de entender su agua de elaboración de la cerveza, no sólo se necesita entender el pH, sino también los sistemas tampón en el agua. Un tampón es un compuesto químico

en un solución ese reacciona

(disocia / asociados) a la adición de otra sustancia química (sal, azúcar, ácidos, bases) para resistir eficazmente los cambios en el pH de la solución. El tampón primaria

en el agua potable es por lo general la alcalinidad.

La medición del pH del agua sin conocer el tipo y la cantidad del sistema tampón es como medir el voltaje de una batería desconocido. Tensión no nos dice el tamaño o la capacidad de la batería. Del mismo modo, usted tiene que saber el tipo y las cantidades de los buffers en solución para tener un contexto para el pH.

Así que una vez dicho esto, el pH del agua *será* ser mencionado a lo largo de los próximos capítulos mientras discutimos las fuentes de agua y la composición, ya que es un punto de referencia útil. el pH se vuelve sumamente importante

después, cuando se trata de comprender y controlar la química puré. Para obtener más información sobre tampones, véase [Apéndice A](#).

Precipitación

El agua de lluvia o la nieve pueden ser muy puro, que contiene típicamente menos de 20 ppm de sólidos disueltos totales. A medida que el agua se condensa a partir de un gas en un líquido en la atmósfera, otros gases se disuelven en el agua líquida, aunque gases inertes como el nitrógeno, argón, y helio no son muy solubles en agua.

Una revisión de la composición gaseosa de aire seco estándar muestra que es más o menos 78,1% de nitrógeno, 20,95% de oxígeno, y 0,9% de argón. Cuentas de humedad de 1% a 4% de la atmósfera típica, que desplaza un poco de aire seco en otras palabras, 3% de humedad significarían aire 97% seco. Mirando el aire seco solo, estas proporciones dejan sólo alrededor del 0,04% del volumen para el resto de los gases, incluyendo el dióxido de carbono. La concentración actual de CO₂ en la atmósfera es de aproximadamente 390 ppm (0,039%). Por lo tanto, CO₂ comprende la mayor parte del total de gas restante.

El resto de los gases como el helio, el ozono, criptón, etc., son típicamente a 5 ppm o menos y no afectan significativamente la calidad de agua atmosférica. Aunque todos estos gases pueden disolverse en el agua en la atmósfera (es decir, nubes) en cierto grado, el dióxido de carbono es de lejos el más soluble y que desempeña el papel más importante en la determinación de la composición eventual y la química de nuestra agua de infusión. Esto será explorado en los capítulos posteriores.

El agua de lluvia tiene típicamente niveles muy bajos de moléculas inorgánicas, pero la contaminación del aire puede contribuir cantidades significativas de sulfatos, nitratos, aldehídos, cloruros, plomo, cadmio, hierro y cobre. En las zonas de contaminación altos, nitrogenados y óxidos de azufre puede crear la lluvia ácida con efectos destructivos que van desde la acidificación de las aguas naturales a erosionar los monumentos de Grecia. El pH de la lluvia ácida ha sido medida tan bajo como 2,6 debido a estas causas.

Por ejemplo, un estudio [1](#) de 90-muestras de agua de lluvia en Aviñón, Francia desde el período de octubre de 1997 a marzo de 1999, encontrando la media siguiente concentraciones:

Cloruro	2,1 mg / L
Sulfato	4,6 mg / L
Nitrato	2,8 mg / L
Bicarbonato	2,5 mg / L
Sodio	1,1 mg / L
Potasio	0,5 mg / L
Calcio	2,4 mg / L
Magnesio	0,2 mg / L
Amonio	0,9 mg / L
pH	4.92

Total de sólidos disueltos: 17,1 mg / L

Por lo tanto, el agua de la niebla, las nubes y la precipitación no siempre es puro. Aunque el ejemplo anterior ilustra que los contaminantes pueden deprimir el pH del agua, dióxido de carbono es normalmente el principal determinante de la acidez del agua y su pH resultante. La disolución de dióxido de carbono en formas de agua de lluvia de dióxido de carbono acuoso y el ácido carbónico que disminuye el pH de 7 (agua destilada) a alguna parte

en el intervalo de 5 a 6, con un valor medio típico de 5,0 a

5.5. El pH del agua pura en contacto con dióxido de carbono se puede calcular directamente. Por ejemplo, en dióxido de carbono 0,03% en la atmósfera, el pH resultante de agua pura sería 5,65 (a 68 ° F / 20 ° C).

Para resumir, el agua de precipitación tendrá típicamente muy bajo contenido iónico y muy baja alcalinidad. Sin embargo, el contenido iónico muy bajo puede estar elevada en las zonas industrializadas, y los vientos fácilmente puede causar la contaminación lejos de la fuente contaminante.

Superficie del agua

El agua superficial puede ser cualquier masa de agua por encima del suelo, incluyendo lagos, estanques, ríos o charcos. El pH del agua de la superficie es por lo general entre 6,0 y 8,0 debido a la disolución de los minerales y algo de materia orgánica. La calidad y el carácter de las aguas superficiales pueden variar mucho dependiendo de muchos factores tales como la tasa de flujo, la profundidad, la superficie y la geografía. La calidad del agua en rápido movimiento, arroyos de montaña de roca puede ser muy similar en carácter a la precipitación fresco. Hay poca oportunidad para que el agua para recoger o erosionar los sedimentos en ese entorno

y las aguas tienden a ser clara. Sin embargo, a pesar de que el agua todavía puede requerir tratamiento antes de su uso potable. Por ejemplo, la introducción de ovejas a la Sierra Nevada de California provocó un fuerte aumento de los microorganismos y patógenos humanos en los arroyos y ríos de la cordillera de la costa.

Por otra parte, los grandes ríos de movimiento lento, como el Mississippi, tienden a recoger más suelo, la materia orgánica, y la escorrentía agrícola y enturbiarse a medida que fluyen a través de las llanuras de inundación de ancho compuestas de suelos y roca erosionable. No puede haber una gran cantidad de variación en la calidad del agua de los ríos debido a las diferentes usos del suelo y la geología de la cuenca. La química River puede variar en gran medida con la geografía, variar estacional de la precipitación, o cambiar rápidamente debido a las tensiones ambientales locales. Para ilustrar este punto, el río Mississippi corta a través de una cuenca de drenaje que fue una vez un mar interior. El agua del río recoge la alcalinidad de la piedra caliza que era antes el lecho marino. El pH de la Mississippi varía un poco con la ubicación, pero tiende a ser alrededor de 8. Por el contrario, el río Amazonas fluye a través de roca silícea (pedernal, cuarzo, y

piedra arenisca) y no recoge tanto la alcalinidad. Las hojas muertas y marga en la cuenca del Amazonas forman ácidos orgánicos húmicos y otros en el agua. El agua puede ser manchada bastante marrón, como el té. Los ácidos orgánicos y baja alcalinidad del agua de la Amazonía impide su pH desde siempre creciente cantidad superior a 6.

El agua superficial procedente de lagos en las regiones templadas frías puede cambiar debido estacionalmente a térmica estratificación. El agua más densa está en el fondo del lago en invierno y en verano a una temperatura de 39 ° F (4 ° C). El agua de la superficie es menos denso, ya sea siendo calentado por el sol o congelado. Cuando las temperaturas se vuelven más uniforme en primavera y otoño, la estratificación desaparece y la mezcla puede producirse por la acción del viento, con lo que los nutrientes desde el fondo del lago y tomar oxygenrich agua superficial en las profundidades del lago. Lagos en las regiones cálidas también pueden sufrir de la proliferación de algas y materia orgánica. ciclos biológicos de temporada, como la proliferación de algas o introducción hoja de otoño también puede afectar a la calidad del agua de superficie; que pueden causar sabores concentrados u olores que necesitan un tratamiento más fuerte y puede resultar en mayores residual

subproductos de tratamiento. Por ejemplo, la cloración de material vegetal en descomposición crea TCA (2,4,6

Tricloroanisol). Este mal sabor, descrito como terroso, moho, perro mojado, o un sótano húmedo, es detectable en los umbrales muy bajos. Otros sabores desagradables en el agua de superficie puede ser el resultado de MIB (metilisoborneol) y geosmin (es decir, olor a tierra) que son producidas por los microbios que viven en el agua. La filtración a través de carbón activado puede ser eficaz para la eliminación de estos productos químicos gusto- y causan el mal olor.

El agua subterránea

Como se señaló anteriormente, el agua que se filtra en el suelo e impregna roca y capas de suelo se llama agua subterránea superficie. La capa semi-permeable que fluye el agua subterránea a través de se llama un acuífero. La edad de las aguas subterráneas (tiempo desde que entró en la tierra) varía. Algunos acuíferos contienen agua que es menos de un año de edad y algunos sostienen el agua que tiene miles de años de antigüedad. La edad media de las aguas subterráneas en todo el mundo es de unos 250 años.

En aquellos acuíferos, el agua subterránea puede estar expuesto a alta temperatura y presión que puede resultar en concentraciones de minerales disueltos más altos que se puede lograr en superficie

agua. Reproducir tales químicas de agua altamente mineralizadas en el laboratorio mediante la adición de sales y ácidos a agua destilada puede ser difícil también. Sin embargo, no todas las aguas subterráneas es altamente mineralizada. En los acuíferos compuestas de no-carbonato o roca silícea y el suelo, los minerales pueden no ser muy soluble y el agua pueden no ser tan mineralizado. El pH típico de las aguas subterráneas varía desde

6,5 a 8,5. El agua subterránea con pH inferior a este rango puede ser más propenso a los metales de disolución tales como hierro, manganeso, etc. Estos metales son típicamente indeseable en el agua de elaboración, incluso a concentraciones muy bajas.

Desde el punto de vista de un fabricante de cerveza, que sería bueno si las fuentes de agua subterránea fueron clasificados de acuerdo con el carácter elaboración de la cerveza. Desafortunadamente, ese no es el caso; clasificaciones acuíferos fueron ideados por científicos e hidrogeólogos del suelo, no cerveceros. Estos científicos están más preocupados con agua de fuentes-la facilidad con que los flujos de agua y hasta dónde hay que cavar para conseguirlo. Según hidrogeólogos, hay dos tipos principales de acuíferos: confinados y no confinados. Un acuífero confinado tiene una capa relativamente impermeable (tal como arcilla) superponiendo el

zona más permeable. El acuífero subyacente es algo blindado, o limita, de contaminación de la superficie por la capa impermeable. Si el suelo permeable o de la roca se extiende todo el camino hasta la superficie del terreno, entonces el acuífero es confinado. Además, hidrogeólogos suele nombrar a las fuentes de agua por localización, por lo que si usted vive en el norte de Arkansas, que serán satisfechos de saber que su agua proviene del sistema de Ozark mesetas del acuífero (o no).

Los geólogos, por otra parte, se refieren principalmente a rocas y estratos. El Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) identifica cinco tipos principales de acuíferos en América del Norte: arena y grava, piedra arenisca, rocas carbonatadas, areniscas intercaladas y rocas de carbonato, e ígneas y rocas metamórficas. La información sobre las unidades geológicas (es decir, el tipo de roca) de los acuíferos específicos en América del Norte está generalmente disponible a través usgs.gov . Probablemente hay recursos similares para otros países.

clasificaciones geológicas no son descriptores útiles para la elaboración de la cerveza personaje agua tampoco. Pero son un paso en la dirección correcta, si conoce los tipos de minerales e iones se puede esperar encontrar allí. Entonces, ¿cómo la geología

afectar al agua? Para aclarar, un mineral es un compuesto químico específico, tal como carbonato de calcio, yeso, cinabrio, granate, o cuarzo. Rock es una combinación de origen natural de los minerales o no minerales. Un tipo específico de roca, como el granito, es una combinación específica de minerales. El agua que entra en contacto esas rocas tienen la oportunidad de erosionar o disolver los componentes en ellos. Si bien la identificación de rocas y estratos no es específicamente lo que queremos, que nos da un buen punto de partida para la comprensión de las aguas subterráneas que proporcionan.

acuíferos de arena y grava se componen típicamente de rocas de tipo de sílice, como el granito que son relativamente insolubles. El agua subterránea tiende a ser baja en minerales disueltos, pero su típicamente alta permeabilidad hidráulica puede hacerlos más susceptibles a la contaminación de fuentes superficiales. Este tipo de acuífero se puede encontrar a lo largo del Missouri y cuenca de drenaje del río Mississippi, el Norte de Texas a Arkansas, Nevada, Carolina del Sur, Georgia y Florida.

acuíferos de arenisca están compuestos principalmente de granos sand-sized que se cementan juntos. arenisca puede

incluir diversos rocas sedimentarias incluyendo yeso, que forma en condiciones de alta evaporación en cuencas marinas poco profundas y planos de marea costeras. El yeso se encuentra en muchas formas, pero la más común es una roca blanca que se extrae para yesos y paneles de yeso. La conductividad hidráulica de los acuíferos de arenisca tiende a ser baja y el agua puede tener un largo tiempo de residencia, posiblemente la producción de agua altamente mineralizada. Este tipo de acuífero es frecuente a través de las montañas rocosas a las llanuras del norte en los EE.UU..

acuíferos rocas carbonatadas son muy comunes en todo el mundo, y que consisten principalmente de piedra caliza (carbonato de calcio) y dolomita (carbonato de calcio de magnesio). La piedra caliza es el resultado de la sedimentación de mil millones de conchas y corales de los antiguos mares. El agua subterránea puede tener acidez significativa de CO₂ disuelto producido por las bacterias del suelo o en contacto con la atmósfera. El agua subterránea ácida puede disolver la piedra caliza, creando cuevas y ríos subterráneos. acuíferos de rocas carbonatadas que emergen desde el suelo desarrollan lo que se conoce como una topografía kárstica, que se caracteriza por manantiales, sumideros, desapareciendo

arroyos, valles ciegos causados por el hundimiento, y mogotes (aisladas colinas de piedra caliza, como en China y América del Sur). Esta topografía kárstica es común en los Apalaches y Florida en los EE.UU.. Un ejemplo clásico de un acuífero carbonatado fuera de América del Norte es la cuenca de Londres y el Valle de Koom en el Reino Unido. La cuenca Londres tiene una capa de arcilla sobre un acuífero arena que se sustentada por un piso de tiza (una piedra caliza suave). La tiza contribuye a la alcalinidad de las aguas subterráneas y los pozos, por tanto, de poca profundidad en el acuífero arena tienen alcalinidad menor que los pozos perforados profundos porque los pozos más profundos sacar agua subterránea que se encuentra en una proximidad más cercana a la capa de tiza.

El cuarto tipo de acuífero es la piedra arenisca y roca carbonato de acuífero, que se compone de rocas carbonatadas intercaladas con cantidades casi iguales de la piedra arenisca. Estos acuíferos se encuentran en el sur de Texas, desde los Apalaches en las montañas Adirondack y Ohio. Estos acuíferos pueden contener yeso, así, y tienden a producir agua altamente mineralizada. Burton-upon-Trent en el Reino Unido es la región más famosa agua dura del mundo de la cerveza, que tiene tanto una alta dureza del yeso y alta alcalinidad del

roca de carbonato.

El quinto y último tipo de acuífero se compone de rocas ígneas y metamórficas (es decir, basalto y granito, o mármol y cuarcita, por nombrar sólo algunos). Estas rocas no son porosas y el flujo hidráulico típicamente se logran a través de fisuras y fracturas en la roca. Estos acuíferos son comunes en el norte de los Apalaches, el este de Washington, Oregon y Idaho. Estas rocas son relativamente insolubles y típicamente contribuyen muy poco dureza o alcalinidad al agua. Un ejemplo de un acuífero ígnea estaría en la Sierra Nevada de California. El agua cae en el invierno en forma de nieve y se libera lentamente a lo largo del verano, ya que se derrite. La calidad del agua en este acuífero sigue siendo muy similar a la precipitación inicial.

Del origen al grifo

No todas las comunidades se suministran desde una fuente de agua grande y consistente. Un suministro de agua se puede mezclar a partir de varias fuentes con el fin de abastecer a una población grande con consistentemente alta calidad del agua durante todo el año. Mientras que algunas grandes fábricas de cerveza pueden tener sus propios pozos o los derechos de agua a largo plazo, los cerveceros caseros y muchos pequeños fabricantes de cerveza

recibir su agua desde el proveedor de agua municipal. fuentes variables pueden afectar la composición iónica del suministro de agua. Todos los proveedores municipales de agua en los países del primer mundo se llevan a cabo típicamente a leyes estrictas para la pureza del agua y el saneamiento. Los pasos específicos de purificación necesario variará con la fuente de agua, pero una visión general de los procesos más probables se muestran en la [Figura 9](#) .

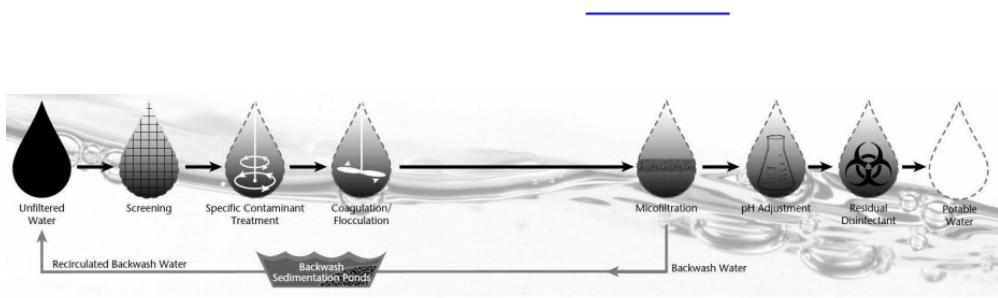


Figura 9-Common Proceso de purificación de agua.

La primera etapa de tratamiento para fuentes de agua superficial es la filtración a través de pantallas para eliminar los residuos del medio ambiente tales como ramas y hojas. Los próximos pasos varían dependiendo de los tipos de contaminantes. El orden de estos procesos de tratamiento puede variar entre instalaciones de tratamiento. Si los compuestos de sabor y olor orgánicos están presentes en el agua, el tratamiento con carbón activado se puede realizar. Si el agua contiene concentraciones objetables de hierro

o manganeso, el agua es aireada o ozonizada para oxidar las formas solubles de estos metales en sus formas insolubles. Una vez en una forma insoluble, los metales se pueden filtrar desde el agua. Otro tratamiento para eliminar el hierro disuelto y manganeso es la filtración a través de 'arena verde', que se oxida y atrapa aquellos iones. Si el agua es excesivamente duro, puede ser ablandada con cal para precipitar carbonato de calcio e hidróxido de magnesio. Las partículas finas en el agua pueden ser coaguladas con alumbre (sulfato de aluminio), cloruro férrico, o adiciones de polímero. Estos coagulantes ayudan a flocular las partículas finas por aglomeración de modo que las partículas se agrupan para acelerar su asentamiento o ayudar a su filtrado. Las partículas más grandes, tales como arena fina y limo se asentarán en el plazo de minutos. Sin embargo,

Cloro o cloraminas?

Hay maneras de bajo costo para determinar si tiene cloro o cloramina en su agua. Los equipos de prueba para cloro libre y cloro total están disponibles a partir

tiendas de suministros de laboratorio o acuario. Estos kits pueden indicar la presencia de estos desinfectantes en el agua. pruebas de cloro libre sólo responderá a la de cloro libre en el agua. Una prueba de cloro total puede probar

para el cloro combinado que está presente en las. Si la prueba de cloro libre mide más baja que la prueba de tal, usted tiene la cloramina. Si las dos pruebas miden el mismo entonces usted tiene cloro. Estas pruebas también son útiles para bar la integridad de eliminación desinfectante de filtros de carbón o. Realizar comprobaciones frecuentes del agua filtrada cuando los de comunicación de carbono ha estado en uso durante un largo

También hay algunos métodos de laboratorio de bricolaje para comprobar la presencia de desinfectantes en el suministro de agua. Un método sencillo es dejar un vaso de agua durante la noche y por la mañana se vierte entre dos vasos y el olfato. Si huele y sabe a cloro, entonces es más probable que tenga cloramina porque la mayor parte del cloro debe haberse evaporado. Tú

puede que desee comparar el olor con un vaso de agua fresca para comparar la intensidad. En cualquier caso, siempre es bueno para oler y degustar una muestra enfriada del agua de su huelga antes de colar con él.

El agua clarificada es entonces fina filtra a través de filtros de arena o de medios para eliminar micro-partículas y microbios. Después de la filtración, el agua está lista para los pasos finales: ajuste de pH y de desinfección. El ajuste del pH puede realizarse con cal, o adiciones de ácidos cáusticos para mover el pH del agua tratada en un rango aceptable para evitar ya sea la corrosión o escalar tuberías de la utilidad y fontanería del cliente. Se requiere un producto químico de desinfección residual en las tuberías de la utilidad para evitar la contaminación bacteriana y el crecimiento después de que el agua sale de la planta de tratamiento. Desinfección por lo general incluye la adición de cloro, o cloro y amoníaco (para crear cloramina) al agua acabado.

El cloro es muy volátil y se elimina fácilmente por exposición al aire o calefacción. Por lo tanto, una gran cantidad necesita ser añadido al agua en el verano para asegurar que

suficiente es retenido en las tuberías para hacer el trabajo. El cloro es un desinfectante de agua muy eficaz, pero las grandes cantidades crear olor desagradable y sabor, y son responsables de la formación de los llamados "subproductos de la desinfección" (DBP) cuando reaccionan con la materia orgánica natural (NOM). NOM se encuentra a menudo en las fuentes de agua de superficie y con poca frecuencia encuentra en las fuentes de agua subterránea. Varios SPD son considerados como cancerígenos. Las cloraminas se utilizan a menudo en lugar de cloro para la desinfección para reducir la formación de subproductos de desinfección. Las cloraminas son una familia de compuestos de cloro y amoníaco que son relativamente estables en los suministros de agua y se mantienen eficaz ya que el cloro. Las cloraminas son significativamente menos volátil que el cloro y la mayoría de los consumidores de agua notan menos carácter de cloro

en el agua. Sin embargo,

cloraminas son menos eficaces en la microbios que destruyen y una dosis mayor del compuesto que normalmente se requiere para lograr el mismo desinfección. Su baja volatilidad y una mayor dosificación les hace más difícil para el cervecer de quitar. eliminación de desinfectante se discutirá más en un capítulo posterior.

En el siguiente capítulo, describimos un informe típico de agua (US) y discutimos la mayor parte de los objetos que necesita para preocuparse de en la industria cervecera. _____

[1 Hélène Celle-Jeanton, Yves Travi, Marie-Dominique Loyer-Pilote, Frédéric Huneau y Guillaume Bertrand, "El agua de lluvia Química a una estación terrestre del Mediterráneo \(Aviñón, Francia\): Contribución local frente de Largo Alcance de suministro," Atmospheric Research 91 \(2009\) : 118-126.](#)

www.elsevier.com/locate/atmos .

Cómo leer un agua

Informe

La mejor manera de usar algo con eficacia es entenderlo, saber lo que está hecho, y saber cómo funciona. Sin entrar en demasiados detalles, es suficiente decir que el agua es único y que deriva sus propiedades únicas de su forma molecular.

El agua es un disolvente polar, lo que significa que cada molécula de agua tiene polos, o negativamente y los extremos cargados positivamente. El lado de hidrógeno de la molécula se carga más positiva que el lado del oxígeno, debido a la distribución de electrones. La polaridad de la molécula permite que se atraen otras moléculas polares, tales como cloruro de sodio, sulfato de calcio, y carbonato de calcio. Las moléculas polares a menudo se disocian (split) en iones positivos y negativos bajo la influencia de un disolvente polar. Ver

la barra lateral para las reglas de solubilidad estándar de sustancias iónicas comunes en agua.

La molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. La forma de la molécula se ve afectada por la distribución de los electrones entre los átomos. Los dos hidrógenos cada acción de un electrón con el oxígeno dando su capa externa un total de 4 pares completas. Estos se distribuyen tan distantes entre sí como sea posible alrededor del núcleo de oxígeno como los vértices de un tetraedro. La presencia de los hidrógenos distorsiona la forma un poco y los dos hidrógenos terminan siendo 104,45 ° entre sí en lugar del ángulo tetraédrico normal de 109 °.

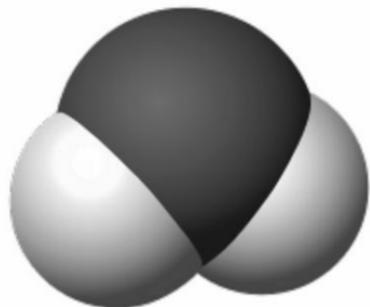


Figura 10-

Diagrama de una molécula de agua.

Las moléculas no polares no tienen polos debido a las cargas negativas y positivas se well distributed dentro de la molécula. El agua ha sido llamada universal disolvente ya que se disuelve tantas sustancias, tanto polares como no polares. Como norma general, las moléculas no polares

no se disuelven muy bien en agua, pero algunos disolver ligeramente. El agua puede disolver algunas moléculas no polares por el proceso de hidratación, que significa que las moléculas de agua son capaces de completamente envolvente, o húmedas que estas moléculas. El dióxido de carbono es un ejemplo de una molécula no polar que se hidrata por el agua. Otros ejemplos de moléculas no polares con solubilidad limitada son ácidos de lúpulo alfa, benceno, y yodo. Las reacciones térmicas o químicas con otras sustancias pueden aumentar la solubilidad de las moléculas no polares, el cambio de la sustancia a partir de un sólido suspendido en un sólido disuelto.

Tabla 1-Reglas Generales de solubilidad para compuestos iónicos en agua de iones

Regla

El nitrato Todos los compuestos de nitrato son solubles.

NO 3-

cloruro Cl- 1 Todos los compuestos de cloruro son solubles.

sulfato de SO 4-2 Todos los compuestos de sulfato son solubles excepto bario y plomo. El calcio, plata y mercurio tienen una solubilidad limitada.

Carbonato compuestos de carbonato son generalmente insolubles,

CO 3-2 excepto de sodio, potasio y amonio. (Para el calcio ver [Capítulo 4](#))

fosfato PO 4-3 Los compuestos de fosfato son generalmente insolubles, excepto de sodio, potasio y amonio.

Silicato de SiO 4-4 compuestos de silicato son generalmente insolubles, excepto de sodio, potasio y amonio.

hidróxido OH- 1 La mayoría de los compuestos de hidróxido son insolubles, a excepción de litio, sodio, potasio y amonio. El bario es moderadamente soluble. El calcio y estroncio tienen una solubilidad limitada.

sulfuro de S- 2 Todos los compuestos de sulfuro son insolubles, excepto sulfuros de metales alcalinos tales como sodio, potasio, amonio, magnesio, calcio, y bario.

Sodio, Potasio, amonio Tales como K_2PtCl_6 . Todos, potasio y compuestos de amonio sodio son solubles, excepto unos pocos compuestos que incluyen la adición de un metal pesado,

¿Qué es un ion?

Un ion es un átomo o grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa, debido a la pérdida o ganancia de electrones (s). Un compuesto iónico es una molécula polar compuesto de 2 o más iones que se mantienen unidos por enlaces iónicos (es decir, la atracción electrostática). los

carga eléctrica de un ion se indica como un superíndice después de que el símbolo químico para el ion. Cargado positivamente iones se denominan cationes

(Pronunciado “cat-iones”), y los iones con carga negativa se llaman aniones (pronunciado “aniones”). Por ejemplo,

el cloruro de sodio mineral (NaCl) se disuelve en el catión $\text{Na} + 1$ y el anión $\text{Cl} - 1$. El cloruro de calcio mineral hidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se disocia en 1 $\text{Ca} + 2$, 2 $\text{Cl} - 1$, y 2 moléculas de agua. Tenga en cuenta que la suma de las cargas positivas y negativas para cualquier producto de ionización de un único compuesto es siempre cero. Por ejemplo, el

+ 2 cargo del calcio y los dos -1 cargas del cloruro de iones suma a cero.

A lo largo de este texto, nos referiremos a los minerales y / o iones ya sea disueltos y significan esencialmente lo mismo, si nos referimos a un mineral, tal como sulfato de calcio o carbonato de calcio estar en el agua, suponemos que se disuelve y se disocia, de acuerdo con cualquiera naturales

límites tales como su

constante de solubilidad.

Esto también es un buen punto para indicar que la suma de los cationes y aniones disueltos en un suministro de agua natural debe sumar cero también. Si no lo hacen, puede ser que la composición declarada es una lista de los promedios, o que es el resultado de diferentes pruebas para diferentes iones tomadas a lo largo del año. El punto es que las concentraciones de los cargos de los iones disueltos en el agua deben sumar a cero en cualquier momento dado en el tiempo. Esto se trata con más detalle en [Capítulo 6](#) y

Apéndice D .

Parámetros de la calidad del agua

Muchos minerales y compuestos se producen naturalmente en el agua, disolviéndose en la solución de diversas fuentes ambientales. Algunos compuestos artificiales también se pueden encontrar en el agua, pero estos son por lo general no deseado y se hace referencia como contaminantes. Los contaminantes pueden ser naturales así: mohos, bacterias, nitratos, etc., son todos de origen natural contaminantes del agua. Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, el objetivo principal del tratamiento del agua es eliminar

estos contaminantes y el propósito de un informe de la calidad del agua es informar al público acerca de los tipos y niveles de estas sustancias en el suministro de agua.

Comenzaremos nuestra revisión de un informe sobre el agua mediante la identificación de los principales constituyentes de los principales iones, productos químicos y compuestos en los suministros de agua típicas. A continuación, le mostraremos dónde encontrarlos en un ejemplo de un (EE.UU.) informe sobre el agua típica. De hecho, en realidad no hay tal cosa como un típico informe. En los EE.UU., la Agencia de Protección Ambiental y el mandato de la Ley de Agua Limpia el ensayo y la divulgación de una lista específica de los contaminantes dañinos, que no incluye los iones que los cerveceros están más preocupados con-calcio, etc. A menudo, estos iones se incluyen en una informe sobre el agua, pero esa decisión es hasta el proveedor de agua.

informes de calidad de agua típica se centran en cómo el agua cumple con las leyes seguras de agua potable para contaminantes como pesticidas, microorganismos y metales tóxicos. Estos artículos están regulados por los niveles máximos de contaminantes (MCL) y se denominan Beber el Agua Estándares primarios en los Estados Unidos. Los NMC son legalmente

normas aplicables para la calidad del agua que protegen la salud pública. Mientras que los patrones primarios son importantes para asegurar la calidad del agua, como los fabricantes de cerveza, por lo general estamos más interesados en los estándares de agua potable secundarios o estético. Normas secundarias son directrices para los parámetros que afectan el sabor, el pH y las incrustaciones de carbonato y, a menudo son especificados por los niveles máximos de contaminantes secundarios (SMCL) que no están legalmente aplicable en los Estados Unidos.

En muchas áreas, la fuente del suministro público de agua puede cambiar estacionalmente, y con frecuencia puede hacer una gran diferencia en el carácter de elaboración de la cerveza. Cerveceros deben comunicarse con el departamento de agua de al menos mensualmente para obtener información actualizada. El departamento de agua es por lo general dispuestos a suministrar información sobre los patrones secundarios para los cerveceros. Sin embargo, no todas las utilidades de prueba para todos los parámetros de los cerveceros están interesados. En ese caso, el fabricante de cerveza puede tener que probar el agua a un laboratorio externo o probar el funcionamiento interno de los parámetros. El costo de equipos y reactivos para tales pruebas en casa puede, sin embargo, ser prohibitivo.

De los parámetros de interés para los fabricantes de cerveza,

el

principales iones que afectan al rendimiento agua de infusión en la maceración y la fermentación son el calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), y alcalinidad total como CaCO_3 que a veces es simplemente, aunque inadecuadamente, enumerados como bicarbonato (HCO_3^-).

1). Su interacción en la cuba de puré, hervidor de ebullición y la influencia de fermentación el pH y otros factores a lo largo del proceso de elaboración de la cerveza. De sodio (Na^{+1}), cloruro (Cl^{-1}) y sulfato (SO_4^{2-}) puede influir en el sabor de agua y de la cerveza, pero en general no afectan el pH o el rendimiento de fermentación como los tres primeros iones mencionados anteriormente. las concentraciones de iones en el agua se presentan típicamente como partes por millón (ppm), o miligramos por litro (mg / l), que son generalmente equivalentes en soluciones diluidas como el agua potable, un litro de que pesa alrededor de un kilogramo.

Tabla 2 Parámetros-Key elaboración de la cerveza en el Informe de Calidad del Agua de la fuente de agua

Las normas primarias tienen niveles máximos de contaminantes (MCL) que son legalmente requisitos exigibles en los EE.UU.. Normas secundarias son directrices oficiales y típicamente tienen (no ejecutables) secundarias niveles de contaminantes máximos (SMCL). Normas no regulados son pautas de la industria.

Brewing recomendaciones de fuentes de agua se indican en cursiva. Estas recomendaciones son sólo para la fuente de agua. Fuente

técnicas de tratamiento de agua se discuten en más detalle en el capítulo 8.

Constitucion	Categoría del parámetro (Ppm)	Por qué
La alcalinidad (como CaCO ₃)	no regulada 0-100	La alta alcalinidad es problemática para maceración y promueve incrustaciones de carbonato cuando se combina con el calcio y el magnesio.
Bromato	Primario <i>elaboración de la cerveza</i>	<0,01 MCL subproducto de la desinfección, contaminante Industrial. Posible uso en la elaboración de la cerveza.
Calcio	no regulada 50-150	La fermentación, Claridad, pH <i>fabricación de cerveza</i>
Cloro	Primario <i>elaboración de la cerveza</i>	<4 MCLG desinfectante residual que puede causar offflavors en la cerveza.
Cloruro	Secondary <250 NMCS 0-100 <i>elaboración de la cerveza</i>	sabor- cerveza hace hincapié en el carácter de malta.
Cobre	Secondary <1 SMCL <i><1 elaboración de la cerveza</i>	El cobre es una toxina en las cervezas, pero es

			de lo contrario un nutriente.
			Catalizador de oxidación en la
			cerveza.
Ácidos haloacéticos (HAA5)	Primario	<0,060 MCL <0,060	subproductos de la desinfección y probables carcinógenos. <i>elaboración de la cerveza</i>
Hierro	Secondary	<0,3 SMCL	Mal sabor, la escala, el <i>o elaboración de la cerveza</i> y corrosión.
Magnesio	no regulada	<i>0-40</i>	La fermentación, Claridad, puré de <i>fabricación de cerveza</i> pH, sino también suministrada por la malta.
Manganeso	Secondary	<0,05 NMCS	Mal sabor, escala, provoca la precipitación a borbotones. <i>O elaboración de la cerveza</i>
Nitrato como N Nitrito	Primario	<10 MCL (como N) <44 MCL (NO 3) <44	nitratos excesivas pueden indicar la escorrentía agrícola. Los nitratos pueden ser reducidos a nitritos. <i>elaboración de la cerveza</i>
Nitrito como N Nitrito	Primario	<1 MCL (como N) <3 MCL (NO 2) <3	Los nitritos son un conservante de alimentos y como tales son venenosos para las células de levadura. <i>elaboración de la cerveza</i>

Silicato	Secondary <25 SMCL <25 <i>elaboración de la cerveza</i>	Escala antigua y perjudicial en los sistemas de calderas y sistemas de membrana.
Sodio	no regulada 0-50 <i>fabricación de cerveza</i>	Cerveza de sabor menos es generalmente mejor.
Sulfato	Secondary <250 NMCS 0-250 <i>elaboración de la cerveza</i>	sabor- cerveza hace hincapié en carácter a lúpulo y la sequedad.
Sólidos disueltos totales	Secondary <500 NMCS <500 <i>elaboración de la cerveza</i>	Aumento indica una alta mineralización y un mayor potencial de escalamiento
Trihalometanos (THM)	Primario <0,1 MCL <0,1 <i>elaboración de la cerveza</i>	subproductos de la desinfección y probables carcinógenos.
Turbiedad	Secondary <0,5 ntu NMCS <0,5 ntu <i>elaboración de la cerveza</i>	Aumentar indica contaminación y mayor potencial de escalado

Estándares primarios

En la siguiente sección, muchas de las sustancias de la Ley de los Estados Unidos EPA / Agua Limpia para el agua potable se enumeran con el requisito de nivel máximo de contaminante (MCL).

Si el requisito de nivel de una sustancia en particular no ha sido ratificado aún, aparece la meta nivel máximo de contaminante (MCLG). Un MNMC es un objetivo de salud no exigible. Elaboración de la cerveza Fuente Directrices de agua, a partir de textos de elaboración notables (ver referencias), se enumeran todas las sustancias de consistencia, a pesar de una directriz específica no puede ser determinado. En esos casos, la directriz será dado como "indeterminada". En algunos casos, como con el cloro residual, la directriz es simplemente 'tan bajo como sea posible' y se mostrará como "objetivo cero".

Esta no es una lista completa, debido a consideraciones de espacio. contaminantes Típicamente raras como antimonio y talio se quedan fuera, como son una multitud de contaminantes orgánicos tales como Dalapon (herbicida). Una lista completa se puede encontrar en el sitio web de la EPA (www.epa.gov)

Arsénico

MCL = 0.01 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

La solubilidad del arsénico en el agua es tan baja que su presencia indica generalmente la contaminación de las operaciones mineras o de los depósitos de suelo / roca. En su particulado

forma, el arsénico puede ser eliminado por filtración convencional a través de un filtro con una calificación de 0,45 micras o menos. arsénico disuelto se produce tanto en formas orgánicas e inorgánicas. Generalmente, la forma inorgánico es más tóxico. Si está en una forma orgánica, tal como una cadena de polímero, que puede ser eliminado por la coagulación y filtración o por adsorción en un medio de carbón activado-resina. Si está en una forma inorgánica, existe un número de opciones de tratamiento. Estas opciones de tratamiento suelen incorporar sorbentes (intercambio de iones, alúmina,

de hierro), oxidantes (Arena verde, cloración, ozonización), o filtración / precipitación (ablandamiento con cal, ósmosis inversa).

Bario

MCL = 2 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <2 ppm

El límite de solubilidad típica en la mayoría de las aguas de bario es menor que 0,1 ppm y que rara vez se encuentra en concentraciones más de 0,05 ppm. Es un estándar primario debido a que sus compuestos solubles son venenosos como una neurotoxina, pero ocurre principalmente como sulfato de bario y carbonato de bario, que son muy insoluble y no tóxico.

De hecho, el sulfato de bario se ingiere habitualmente para imágenes de rayos x. El bario se puede quitar de agua utilizando intercambio iónico, ósmosis inversa, o procesos de ablandamiento con cal.

El bromato / Bromuro

MCL = 0.01 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

El bromo se encuentra típicamente en agua de mar a una concentración de aproximadamente 65 ppm. Es una sustancia química industrial común y se puede encontrar en los residuos industriales, pesticidas y residuos de biocida. Es típicamente sólo se encuentra en niveles muy bajos en el agua dulce, y su presencia en concentraciones superiores a 0,05 ppm puede indicar contaminación por residuos industriales o pesticidas. El bromato y bromuro son subproductos de la desinfección. Bromuro se oxida a través de bromato de desinfección con ozono. Bromuro y bromato se pueden eliminar de agua con intercambio iónico, carbón activado, y procesos de ósmosis inversa.

Cadmio

MCL = 0.005 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

El cadmio es un metal pesado tóxico y puede ocurrir de forma natural, pero es más probable que ocurra debido a la corrosión de acero galvanizado, en el que es un elemento traza. El cadmio es a menudo un contaminante industrial y se utiliza en baterías, pinturas y recubrimientos protectores contra la corrosión. Se puede quitar con intercambio de iones, adsorción de hierro, o los procesos de ósmosis inversa.

Cloro Residual

MCL = 4 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

Este parámetro incluye cloro a partir de adiciones de cloramina así como cloro recta. El cloro y las cloraminas son desinfectantes muy eficaces que actúan oxidando las membranas celulares de los microorganismos y la ruptura de la célula. El exceso de cloro residual puede conducir a mayores niveles de subproductos de desinfección que pueden ser peligrosos para la salud y generar malos sabores en la cerveza. Compuestos clorofenol medicinales son un ejemplo de un mal sabor. El cloro residual y cloramina deben eliminarse antes de su uso en la industria cervecera. Aunque el límite máximo de desinfección residual es 4 ppm, los servicios de agua se

de vez en cuando super-clorar el suministro (ex. finales de verano) para asegurar la desinfección residual en la tubería de distribución. Cerveceros deben ser conscientes de que los pasos de eliminación adicionales pueden ser ocasionalmente requeridos, tales como la filtración por carbón activado o neutralización química. El cloro se oxida y destruir el equipo de filtración de membrana.

Cromo

MCL = 0,1 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = no determinada

El cromo viene en varias formas, pero sólo una forma (Cr + 6) se sabe que es un carcinógeno potencial. Esta forma sólo se encuentra como resultado de la contaminación industrial, y no se produce de forma natural. El cromo, al igual que muchos otros metales traza como el zinc, es un suplemento alimenticio humano. El cromo se puede quitar con intercambio de iones, adsorción de hierro, o los procesos de ósmosis inversa.

Cianuro

MCL = 0,2 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

contaminantes industriales y de la toxina. A menudo se utiliza en pigmentos,

plásticos, y baños de galvanoplastia de metal. Se puede retirar por intercambio iónico y filtración de carbón activado.

Fluoruro

MCL = 4 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

El fluoruro, un halógeno como cloro y yodo, se puede encontrar en muchos minerales. Se añade comúnmente en 1.5 a 2.5 ppm al agua potable para ayudar a proporcionar protección contra las caries dentales. Las concentraciones por encima de 5 ppm pueden causar fragilidad de los dientes y manchas. Las aguas residuales de vidrio, acero, y las operaciones de fundición puede tener concentraciones mucho más altas. precipitación de cal puede caer altas concentraciones de 10-20 ppm. Otros procesos de eliminación útiles son la ósmosis inversa, carbón activado granular, y alúmina activada.

Dirigir

MCLG = 0 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

El límite de plomo en el agua potable es 0.015 ppm, que es fácilmente alcanzable por el tratamiento del agua moderna

plantas. La fuente más probable de la contaminación por plomo en estos días es de residuos metalúrgicos o de residuos industriales que contiene plomo. Pero el plomo también puede aparecer debido a la corrosión de las aleaciones que contienen plomo tales como latón o soldadura estructural. Soldadura de tubería moderna es una aleación de estaño-plata y no contiene plomo. Los niveles de plomo en latón son típicamente bajas, menos de 5% en peso. Se requiere que todos los accesorios de plomería de latón en los EE.UU. después de 2014 para ser libre de plomo, y se marcarán NL. El plomo se disuelve más fácilmente por cáusticos. El plomo también puede disolverse y se unen con compuestos orgánicos, lo que requiere la oxidación para la eliminación completa. El plomo puede ser eliminado mediante ablandamiento con cal, intercambio iónico, o los procesos de ósmosis inversa.

Mercurio

MCL = 0.002 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

El mercurio es un contaminante típicamente industrial, pero puede ocurrir de forma natural. Se puede reducirse mediante ablandamiento con cal, intercambio iónico, ósmosis inversa o procesos de carbón activado.

Nitrato

MCL = 44 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <44 ppm

Los nitratos entran en el agua del ciclo de nitrógeno (plantas) o desde la escorrentía agrícola como fertilizante. Los nitratos pueden ser convertidos a nitritos en condiciones anaerobias (es decir,

fermentación), el envenenamiento de las células de levadura e interrumpiendo el ciclo de fermentación. Los nitratos también son perjudiciales para la salud humana a través de un mecanismo similar. Los nitratos son particularmente peligrosas para los niños, pero se toleran a concentraciones más altas por parte de niños y adultos. Algunos laboratorios reportan nitrato como nitrógeno y que suele ser denotados (NO₃- NORTE). 1 ppm (NO₃-N) es igual a

4,43 ppm (NO₃-1). Los nitratos pueden ser eliminados por intercambio iónico, o los procesos de ósmosis inversa. Filtración de carbono no es eficaz.

Nitrito

MCL = 3 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <3 ppm

Los nitritos se utilizan en las carnes de curado y pueden reducir el hierro en la hemoglobina de ferroso a férrico, lo que disminuye

la capacidad de transporte de oxígeno a través del cuerpo humano. Los nitritos son particularmente peligrosas para los niños, pero se toleran a concentraciones más altas por parte de niños y adultos. Los nitritos se pueden eliminar mediante intercambio iónico, o los procesos de ósmosis inversa. Filtración de carbono no es eficaz.

PCE

MCL = 0.005 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

Tetrochloroethylene, también conocido como PCE, o PERC, es un disolvente industrial incoloro usado predominantemente por tintorerías y acabado de metales. La principal fuente de PCE en el agua potable es de descarga de las fábricas y tintorerías. La exposición a largo plazo a niveles más altos puede dar lugar a daños en el hígado y un mayor riesgo de cáncer. En realidad, hay 21 compuestos orgánicos volátiles como PCE que también tienen MCL. PCE es uno de los más comunes y citado aquí por ejemplo. PCE se puede quitar con un proceso de carbón activado.

TCE

MCL = 0.005 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

Tricloroetileno (TCE) es un disolvente industrial y se utiliza comúnmente como desengrasante de metal durante los últimos 50 años, aunque su uso está ahora muy restringido debido a su alta vaporización y la solubilidad en el agua subterránea. Exposición TCE tiene efectos similares a PCE que llevan mayor riesgo de cáncer y el hígado / riñón. TCE se puede quitar con un proceso de carbón activado.

Las bacterias coliformes totales

MCL = <5% de detección en las muestras analizadas Brewing
fuente de agua Directriz = meta cero

La presencia de bacterias coliformes indica contaminación del suministro de agua por residuos humanos, de aguas residuales, o de aguas pluviales. No es una amenaza para la salud en sí mismo, sino que es la prueba de como indicador de la presencia de otras bacterias potencialmente dañinas, como el cólera. El calentamiento o el uso de desinfectantes suelen ser eficaces en la destrucción de coliformes.

Total de ácidos haloacéticos (HAA5)

MCL = 0.06 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

ácidos haloacéticos son un subproducto de desinfección y se han relacionado con un mayor riesgo de cáncer. ácidos haloacéticos se forman cuando los átomos de hidrógeno en ácido acético, CH_3COO están reemplazados por átomos del grupo de halógeno. Los cinco más común en agua se conocen como HAA5, que son ácido monocloroacético (MCA) ClCH_2COOH , ácido dicloroacético (DCA) Cl_2CHCOOH , ácido tricloroacético (TCA) Cl_3CCOOH , ácido monobromoacético (MBA) BrCH_2COOH y ácido dibromoacético (DBA) Br_2CHCOOH . La ósmosis inversa o filtración de carbón activado son métodos de eliminación eficaces.

Trihalometanos totales (TTHM)

MCL = 0.08 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

Trihalometanos se efectúa la cloración compuestos orgánicos que se encuentran principalmente en agua como subproductos de desinfección.

Específicamente, estas sustancias son cloroformo, dibromoclorometano, bromodicitrormetano y

bromoformo. Formación se anima por agua que contiene precursores orgánicos, tratamiento de pre-cloración, y (residual) de cloro libre. Los estudios en animales (a niveles mucho más altos que requisito) han relacionado la exposición a largo plazo a los efectos sobre el sistema nervioso central, el hígado, los riñones y el corazón. La aireación, oxidación, o filtración de carbón activado son métodos de eliminación eficaces.

Turbiedad

Brewing fuente de agua Pauta = 0-0,5 Unidad nefelométricas de turbidez (NTU)

La turbidez es una medida de la claridad del agua como una función de sólidos en suspensión en agua. Estos sólidos incluyen arena fina, limo, arcilla, la vegetación descompuesta, algas, bacterias, etc. La turbidez es un indicador de que tan bien se filtró el agua antes de su distribución. turbidez elevada aumenta la oportunidad de que la calidad del agua insegura. La turbidez se puede reducir mediante procesos de filtración estándar.

La turbidez se puede medir de varias maneras. El método preferido es la unidad de turbidez nefelométrica o NTU, que brilla una fuente de luz incandescente centrado en una muestra y mide la intensidad de la luz dispersada

en ángulo recto con la muestra. Un método anterior, la unidad de turbidez Jackson, utiliza una vela y se mide la transmitancia de la luz a través de la muestra.

Normas secundarias

Aluminio

SMCL = 0,2 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <0,2 ppm

El aluminio metálico es relativamente insoluble en el agua potable de modo que es más probable debido a la coagulación y floculación tratamientos con sales de aluminio de la presencia de iones de aluminio. fosfatos de aluminio, silicatos, y depósitos de óxido puede ser problemático en los sistemas de refrigeración de agua. El aluminio es más soluble en tanto baja (<4) y pH alto (> 10).

Cloruro de (ion)

SMCL = 250 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = 0-100 ppm.

El cloruro es común en la mayoría de los suministros de agua. El ion cloruro de ayuda a acentuar el dulzor de la malta y la plenitud de la cerveza, pero los niveles de mayor que 250 ppm en la mayoría de cervezas sabor pastoso o salada. Niveles mayores que 300 ppm

se dice que afecta a la salud de levadura. los niveles de cloruro elevados pueden conducir a un sabor mineralidad o salado cuando se combina con sulfato o sodio. Cloruro no está relacionado con el cloro residual y no tiene el mismo efecto de desinfección.

Cobre

SMCL = 1 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <1 ppm

La fuente más común de cobre en el agua es de la corrosión de cobre y latón fontanería, o puede ser residual de adiciones de sulfato de cobre para controlar las algas en el depósito. El cobre es tóxico a altas concentraciones, pero 200 miligramos por kilogramo de peso corporal es la dosis más baja letal. Pequeñas cantidades de cobre son beneficiosos en el mosto elaboración de la cerveza para reducir sulfuros y otros compuestos de azufre como H_2S en la cerveza. La levadura son muy buenos secuestradores de cobre, ya que es un nutriente esencial, y el cobre residual típicamente no se encuentra en la cerveza. cobre exceso puede reducirse mediante ablandamiento con cal, intercambio iónico, o los procesos de ósmosis inversa.

Hierro

SMCL = 0,3 ppm

Brewing fuente de agua Pauta = meta de cero

La forma más soluble de hierro es ferroso ($Fe + 2$). Hierro en el agua tiene un sabor metálico o bloodlike. Los niveles altos de hierro pueden conducir a la corrosión de las tuberías de acero inoxidable, particularmente en combinación con cloruros y sulfuros. El hierro puede ser removido por filtración después de la aireación y la oxidación. También se puede quitar con intercambio de iones o procesos de ósmosis inversa.

Manganeso

SMCL = 0.05 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <0,1 ppm

El manganeso está presente en muchos suelos y se disuelve fácilmente en agua que está libre de oxígeno. El manganeso se acumulará en los sedimentos y se puede encontrar en concentraciones más altas en pozos de aguas profundas. Es un metal difícil de tratar debido a que fácilmente complejos con materiales orgánicos, y más tarde se puede precipitar con cambios en el pH, el equilibrio de especies de carbonato, o los niveles de oxígeno. Las fuentes de agua que tiran de las partes más profundas de lagos pueden tener niveles significativamente más altos de manganeso donde el oxígeno

niveles son más bajos. Estos niveles pueden variar según la estación, debido a la inversión térmica en la primavera y el otoño, disminuyendo cuando oxigenada agua de la superficie se mezcla con el agua en la parte inferior. A niveles relativamente altos (> 2 ppm), el manganeso se ha vinculado a borbotones debido a la precipitación, sino que es un nutriente de levadura necesaria a niveles bajos ($< 0,2$ ppm) y por lo general se suministra adecuadamente por la malta. El manganeso provoca un sabor muy metálico en agua, incluso a bajas concentraciones (0,1 ppm). El manganeso se puede retirar por filtración después de la oxidación, intercambio de iones, arena verde, o procesos de ósmosis inversa.

pH (Agua)

SCML = 6/5 a 8/5

Brewing fuente de agua Pauta = 5-9.5

La US EPA recomienda un pH del agua de 6.5 a 8.5 para los proveedores de agua potable y recomienda 5,5 a 11 para la descarga de aguas residuales antes del tratamiento. De descarga más allá de estos límites requiere tratamiento previo. pH se discute más adelante. En general, el pH de la alimentación de agua tiene poco efecto sobre la elaboración de la cerveza. El pH de la suministro de agua puede

dar pistas sobre el origen y el tratamiento del agua antes de que llegue a la fábrica de cerveza. La directriz aquí proporciona precaución contra condiciones de pH extremos en el suministro de agua.

Sulfato

SMCL = 250 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = 0-250 ppm

El ion sulfato acentúa amargor del lúpulo, por lo que la amargura parece más seco y quebradizo. A concentraciones más de 400 ppm sin embargo, la amargura resultante puede llegar a ser astringente y desagradable. Sulfato es sólo débilmente alcalina y no contribuye a la alcalinidad total del agua. Se recomienda que la fuente de agua sea inferior en lugar de más alto en sulfato porque siempre se puede añadir, y no se elimina fácilmente. sales de sulfato son generalmente muy soluble, pero pueden ser eliminados por procesos de intercambio iónico o de ósmosis inversa.

Sólidos disueltos totales (TDS)

SMCL = 500 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = <500 ppm

Los sólidos disueltos totales (TDS) son lo que se deja atrás cuando se evapora el agua. Algunos son sales, algunos son orgánicos, y algunos son residuos químicos. El TDS del agua es útil para fines industriales, pero no es muy útil para describir la idoneidad del agua de escaldado. El valor de TDS es sólo un indicador rápido de cómo mineralizada una fuente de agua potencial es. En general, un agua con alto TDS tiende a producir escala más carbonato de un agua con bajo TDS. El agua con alto TDS tiende a ser más corrosivo que el agua con bajo TDS, aunque corrosividad depende en gran medida de los materiales específicos implicados.

Seguimiento de la TDS del agua de la fuente con una prueba de conductancia es una buena manera de ser alertado de un cambio repentino en la fuente de suministro de agua.

Sólidos Disueltos Totales Testing (TDS)

TDS se determina en el laboratorio. Una muestra de agua se filtra para eliminar cualquier material en suspensión que podrían sesgar la prueba. A continuación se calienta un volumen medido de agua filtrada que se evapore todo el

agua, dejando tras de sí el contenido disuelto. La masa del contenido disuelto se mide y se divide por el volumen inicial de la muestra para determinar un resultado, expresado típicamente como miligramos por litro (mg / L). En las soluciones diluidas típicas para el agua potable, mg / L es generalmente equivalente a partes por millón (ppm).

TDS también se puede estimar a través de las características de conductividad del agua. Un medidor especializado se utiliza para medir la conductividad de la solución. Ese valor de conductividad puede ser correlacionada con una estimación de TDS de la solución con la siguiente ecuación:

$$\text{TDS (ppm)} = \text{Conductividad (mS / cm)} \times F$$

Donde: F es un factor de conversión que varía típicamente entre 0,54 y 0,96, con un valor típico de 0,67. La conductividad se mide en micro-Siemens (mS) por centímetro o micro-mhos por cm.

TDS metros que proporcionan una lectura directa de TDS son medidores de conductividad que incluir la conversión ecuación anterior. metros TDS pueden proporcionar valioso sistema de controles de garantía de calidad en el agua del grifo de entrada o en la eficacia de los procesos de tratamiento de desmineralización (RO, nanofiltración, etc.).

Zinc

SMCL = 5 ppm

Brewing fuente de agua Directriz = 0,1-0,5 ppm

Zinc metal es generalmente menos soluble en agua que el calcio, pero se disuelve fácilmente en ácidos. los niveles de zinc naturales en agua potable son normalmente menos de 1 ppm, típicamente cerca de 0,05 ppm. El SMCL para el zinc de 5 ppm se basa en su umbral de sabor. Un sabor astringente puede señalar a ese nivel. Sin embargo, el zinc es un nutriente vital y la levadura en el mosto niveles recomendados para la fermentación óptima se

0,1-0,5 ppm. Las concentraciones mayores de 0,5 ppm pueden causar un exceso de actividad y sabores desagradables en la cerveza. El zinc se usa comúnmente en productos de inhibidores de la corrosión de propiedad. El zinc puede ser removido de agua con iones

intercambio, ablandamiento con cal, o procesos de ósmosis inversa.

No regulados Normas / Estética

Boro

Brewing fuente de agua Pauta = no determinada

El boro se comporta como silicio en la mayoría de sistemas acuosos y no se sabe que es peligroso. Se utiliza para el ajuste de pH y de tamponamiento en sistemas de refrigeración de circuito cerrado.

Calcio

Brewing fuente de agua Pauta = 50-150 ppm.

El calcio es normalmente el ión principal que se determina la dureza en el agua potable. El calcio es fundamental para muchos de levadura, enzima, y las reacciones de proteínas, tanto en el puré de patatas y en ebullición. Reacciona con fosfato de malta en el puré para precipitar fosfatos de calcio y liberar iones de hidrógeno, que a su vez disminuyen el pH puré. El calcio promueve la claridad, el sabor y la estabilidad en la cerveza terminada. Promueve la coagulación de proteínas y floculación levadura. Adiciones de calcio pueden ser necesarias para asegurar la actividad enzimática suficiente para macerados en agua que es baja en calcio. Por otro lado, una concentración demasiado alta de calcio en

mosto (ex.> 250 ppm, debido a las adiciones de yeso) puede inhibir la absorción de magnesio por la levadura y puede perjudicar el rendimiento de fermentación.

La concentración de calcio se puede informar en una variedad de unidades. Estos incluyen: como CaCO₃, Clark grados, grados alemanes, franceses, granos por galón EE.UU., miliequivalentes por litro, o millilvals. En estos casos, la concentración informado requeriría conversión a una concentración de calcio real en ppm. Las conversiones se dan en [Capítulo 4](#).

El calcio es esencialmente sabor neutro pero puede reducir la percepción de sabor algo amargo de magnesio. La concentración recomendada de calcio en agua de infusión es de 50-150 ppm. Sin embargo, la cerveza se puede preparar con éxito con más o menos calcio que este rango sugerido.

El oxalato está presente en la malta de cebada y reacciona con el calcio para formar beerstone. oxalato de calcio puede precipitar en cualquier punto en el proceso de elaboración de la cerveza, pero es un problema particular si se precipita en el paquete de cerveza porque los cristales de oxalato cálcico actúan como sitios de nucleación gas y causan formación de espuma y chorro. Es recomendado

que el agua tiene suficiente calcio (es decir, 3 veces más de oxalato en la malta) para iniciar la precipitación antes en el proceso, tal como en la cuba de puré y hervidor de agua, en lugar de durante la fermentación o el embalaje.

Las concentraciones de calcio y de magnesio se refieren a menudo como siendo dureza temporal o permanente. dureza temporal puede ser eliminado por ebullición o ablandamiento con cal, donde se combina con bicarbonato para precipitar como carbonato de calcio (CaCO_3). Este es el origen de la unidad “, como CaCO_3 . ”Si la alcalinidad como CaCO_3 es mayor que la dureza como CaCO_3 , luego, de la dureza es temporal. Si la dureza como CaCO_3 es mayor que la alcalinidad como CaCO_3 , a continuación, algunos de la dureza permanecerán después de la ebullición, y que es la dureza permanente. Otros procesos de eliminación de calcio incluyen intercambio iónico y la ósmosis inversa.

Magnesio

Brewing fuente de agua Pauta = 0-40 ppm.

Este ion comporta de manera similar al calcio en agua, pero es menos eficaz en la reducción de pH puré mediante la reacción con fosfato. El magnesio es un importante nutriente para levaduras

levadura metabolismo del piruvato descarboxilasa y debe estar presente en el mosto a un nivel mínimo de 5 ppm. A 10 ° Plato (1.040) mosto todo-malta hecha con agua destilada se midió como que tiene 70 ppm de Mg, así que es razonable suponer que un mosto todo-malta suministrará todo el magnesio la levadura podría desear. Es posible que un mosto con altas cantidades de azúcares o adjuntos refinados puede necesitar una adición de magnesio menor para proporcionar la 5 ppm mínimo. Los niveles más altos de 125 ppm tienen un laxante y diurético afectan en el bebedor. Aunque el magnesio que no sean necesarios generalmente en agua de infusión, se puede añadir para mejorar el carácter de la cerveza con su amargo sabor, astringente. El magnesio se puede quitar de agua con el ablandamiento con cal, intercambio iónico, o los procesos de ósmosis inversa.

Como indicado anteriormente para el calcio, la concentración de magnesio se puede informar en una variedad de unidades. Si la concentración no se reporta como la concentración de iones de magnesio real en ppm, se requiere la conversión a esta unidad más útil.

Fosfato

Brewing fuente de agua Pauta = No aplicable (pero debe ser baja)

Los fosfatos no son parte de las directrices estándar en las fuentes de agua pero pueden ser a la vez un contaminante y un aditivo común en el tratamiento del agua. La contaminación típicamente viene de la escorrentía agrícola y de residuos industriales y puede ser tratada con sales de aluminio o de hierro para que sea insoluble para la eliminación por filtración.

Los compuestos de fosfato son frecuentes en la malta y el mosto. Los niveles altos de fosfato residuales son comunes en las aguas residuales cervecería y aquellos pueden ser tratados tanto aeróbica y anaeróbicamente. Fosfato también puede ser eliminado por intercambio iónico o los procesos de ósmosis inversa.

Potasio

Brewing fuente de agua Directriz = <10 ppm

la solubilidad de la sal de potasio es muy similar a la de sodio, pero es mucho menos frecuente en los suministros de agua naturales. Los altos niveles de potasio en agua de la fuente puede ser debido a un exceso de limo, es decir, agua con alta turbidez. Los iones de potasio pueden sabor salado a concentraciones mayores de 500 ppm. Mosto y cerveza tienen una relativamente alta concentración natural

de potasio (300-500 ppm), aportado por la malta. Por lo tanto el agua de potasio-suavizado es potencialmente tan malo para elaboración de la cerveza como sodio-suavizado. Sin embargo, puede ser preferible sales de sodio como un medio de aumentar el contenido de aniones de cervezas si los niveles iniciales de contribución malta permitan. El potasio puede ser eliminado por ósmosis inversa.

Sílice

Brewing fuente de agua Directriz = <25 ppm

La sílice es ubicuo en los suministros de agua y muchos minerales, pero también puede ser extraído como silicato de cáscaras de granos. Los niveles altos pueden causar escorrimiento lento durante la clarificación y la neblina en la cerveza. La mayoría de sílice en agua existe como sílice coloidal, lo que significa que existe como pequeñas cadenas poliméricas de diferentes tamaños. Las muy pequeñas cadenas tienden a disolverse en solución, y la grande como suspensiones. Estos coloides se pueden concentrar por evaporación en calderas. Los procesos de tratamiento que eliminan de sílice incluyen adsorción sobre precipita magnesio en el ablandamiento con cal, la adsorción en hidróxido férreo en procesos de coagulación usando sales de hierro, de intercambio aniónico en el proceso de desmineralización, y

osmosis inversa. La sílice puede combinar con el calcio y el magnesio para producir escala pesada en las tuberías y puede ensuciar las membranas de ósmosis inversa. Si se usa la ósmosis inversa para reducir los altos niveles (> 30 ppm), a continuación, la recuperación debe limitarse a menos de 50% para evitar el ensuciamiento prematuro.

Sodio

Brewing fuente de agua Pauta = 0-50 ppm.

El sodio puede ocurrir en niveles muy altos en el agua potable, particularmente si el agua se ablanda con un (es decir, intercambio iónico) ablandador de agua saltbased. En general, el agua ablandada no es adecuado para fabricación de cerveza, aunque puede haber el raro caso de ablandamiento controlado es útil para el hierro y remoción de manganeso pesar de un aumento en el sodio. Para niveles de sodio de 70-150 ppm, que redondea los sabores de cerveza y acentúa la dulzura de la malta, especialmente en asociación con los iones de cloruro. Los iones de sodio pueden contribuir un sabor salado a concentraciones of 150 a 200 ppm y pueden tener un sabor áspero y amargo en exceso, especialmente cuando es mayor que 250 ppm. Elaboración de la cerveza con concentraciones de sodio más bajas producirá generalmente un sabor más limpio en la cerveza. La combinación de alta de sodio y un alto

concentración de iones sulfato generará un sabor muy áspero, agrio / amargo mineralidad.

La conductancia específica

Brewing fuente de agua Pauta = no determinada

conductancia específica o conductividad es una medida general de la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica, y es dependiente de tanto el tipo y cantidad de sustancias disueltas. No funciona bien para la comparación de diferentes fuentes de agua, pero es útil para medir la variación de una sola fuente de agua, ya que puede ser correlacionada con TDS. El agua pura sería teóricamente tienen una conductividad de cero, pero es un poco disociado a pH 7 y tiende a ser de aproximadamente 1 micro-mho / cm. El agua de mar tiene una conductividad típico de aproximadamente 37.200 micro-mhos / cm. (A mho es la inversa de un ohm-la unidad para la resistencia eléctrica.)

Alcalinidad total

Brewing fuente de agua Directriz = <100 ppm

La alcalinidad es posiblemente el parámetro más importante para el fabricante de cerveza, ya que tiene el mayor efecto

en el rendimiento del puré. La alcalinidad total se define como la cantidad de ácido fuerte, en miliequivalentes por litro, requerida para convertir el carbonato y bicarbonato en la muestra a dióxido de carbono, a 4,3 pH.

Dependiendo del pH inicial de la muestra de agua, tanto la alcalinidad de carbonato y bicarbonato porciones de la alcalinidad pueden ser parte de la titulación y la suma define la alcalinidad total. Si el pH inicial del agua es mayor que

8.3, la alcalinidad del carbonato se define como la cantidad de ácido requerida para valorar el pH a 8,3. Esto se conoce como el P alcalinidad y

es típicamente se mide usando solución de indicador de fenolftaleína. Si el pH inicial del agua es inferior a 8,3, la contribución carbonato no es significativa y la muestra se valoró usando típicamente indicador naranja de metilo, que tiene una gama de colores de 3.2 a 4.4 pH. Esta porción de bicarbonato dominada de la valoración se hace referencia a la M alcalinidad. La alcalinidad total es la suma de P alcalinidad y M alcalinidad. El volumen total de ácido requerida para alcanzar el punto final 4.3 pH se convierte en mEq / litro y se multiplica por el peso equivalente de 50 para obtener la unidad típica de “alcalinidad total, ppm como CaCO_3 .”

Sin embargo, se dice que el cambio de color naranja de metilo que determina el punto final 4.3 pH a ser sutiles y difíciles de observar con precisión. La norma ISO actual especifica el uso de bromocresol solución indicadora de rojo-verde-metilo con el punto final se define como 4,5 pH. La decisión para la que el pH de punto final a utilizar es de hasta el laboratorio, pero el estándar ISO es 4,5. La diferencia en la alcalinidad total de estos criterios de valoración calculada no es grande; que es alrededor del 5%. Que la precisión es probablemente mejor que la resolución de la mayoría de los kits de prueba de estilo gotero acuario o piscina, y es comparable al error potencialmente introducido en el laboratorio mediante la medición del volumen de la muestra y los reactivos. Ponerse en contacto con el laboratorio se recomienda si el punto final o el indicador no se especifica en el resultado alcalinidad. Ver [Capítulo 4](#) para una explicación adicional de alcalinidad.

Dureza total

Brewing fuente de agua Directriz = 150-500 ppm como CaCO_3

La dureza total como CaCO_3 es generalmente igual a la

suma de los dos componentes primarios, calcio y magnesio, medida como CaCO₃, de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Dureza Total} = 50 * ([\text{Ca}] / 20 + [\text{Mg}] / 12.1)$$

donde los corchetes [] indican la concentración de las especies de iones en ppm.

Esta ecuación convierte las concentraciones individuales a su as-CaCO₃ equivalente. Otros iones metálicos divalentes tales como hierro, manganeso, cromo, zinc, etc., también contribuyen a la dureza si están presentes en cantidades significativas, y se añadirán al total de una manera similar. El calcio y el magnesio son los constituyentes de dureza más prevalentes en el agua potable típico.

Un ejemplo de un informe de agua típico de una utilidad se presenta a continuación:

Tabla 3-Los Angeles Distrito Metropolitano de Agua Informe de Calidad de Planta de Filtración del Acueducto LA (datos de 2010) Parámetro

Nivel máximo de contaminantes (mg / L) *	Entregado media (mg / L)
---	-----------------------------

Estándares primarios

Coliformes totales (detección)	5% de las muestras	0,9%
Los bifenilos policlorados (PCB)	0,0005	DAKOTA DEL NORTE
Tetracloroetileno (PCE)	0,005	<0,0005
Tricloroetileno (TCE)	0,005	<0,0005
Total de ácidos haloacéticos (HAA)	0.06	0,027
Total	0.08	0,056
Trihalometanos (THM)		
Aluminio	1	<0,05
Arsénico	0.05	0,004
Bario	1	<0,1
Bromato	0.01	<0,005
Cadmio	0,005	DAKOTA DEL NORTE
Cobre	(cero)	DAKOTA DEL NORTE
Fluoruro	2	0.8
Dirigir	(cero)	DAKOTA DEL NORTE
Mercurio	0,002	DAKOTA DEL NORTE
Nitrato (como NO ₃)	45	<2

El nitrato + nitrito (como 1 <0,4

NORTE)

Uranio 20 3

(Picocuries / litro)

Secundarias Normas-Aesthetic

Cloruro (250) 42

Color (15) 3.5

Agentes espumantes (0,5) DAKOTA DEL NORTE

Hierro (0,3) DAKOTA DEL NORTE

Manganeso (0,05) <0,02

pH (06.05 a 08.05) 7.4

Plata (0,1) DAKOTA DEL NORTE

Sulfato (250) 33

Sólidos disueltos (500) 226
totales

Turbidez (NTU) (5) <0,1

Zinc (5) <0,05

Los parámetros no regulados

Calcio indeterminado 25

Magnesio indeterminado 8

Fosfato indeterminado 0,051

Potasio indeterminado 4

Sílice	indeterminado	17
Sodio	indeterminado	45
La alcalinidad total como	indeterminado	106
CaCO ₃		
La dureza total como	indeterminado	93
CaCO ₃		
Carbono organico		1.5
total		

* () = Nivel recomendado, ND = no detectado

¿Qué es un topo?

El término “mol” se deriva de “gramo molécula” y se utiliza para describir una cantidad igual de químicos “cosas”, ya sean átomos o moléculas (o iones o cargas de electrones).

Es útil para los químicos para

la descripción de las cantidades de cosas que participan en una reacción química. Por lo tanto, podemos decir que 2 moles de hidrógeno reaccionan con 1 mol de oxígeno para producir 1 mol de agua.

Curiosamente, el topo se desarrolló con el

advenimiento de la teoría atómica como científicos se cuantificando masa atómica, y había al menos tres candidatos para el estándar, es decir, hidrógeno, oxígeno y carbono. Eventualmente, se eligió el carbono isótopo 12, y un lunar se definió como el número de átomos en 12 gramos de carbono 12. Por lo tanto el número de Avogadro se define como el número de átomos en 1 mol de carbono 12, y que el número ha sido experimentalmente determina que $6.02214078 \times 10^{23} \pm 1.8 \times 10^{11}$

Un isótopo de un elemento tiene el mismo número de protones en su núcleo como el elemento padre, pero un número diferente de neutrones. Los isótopos se identifican por el número total de protones y neutrones en el núcleo. Por ejemplo, la nomenclatura de carbono 12 significa que el átomo contiene 6 neutrones, además de los 6 protones, significadas por su número atómico, 6.

El agua de dureza, alcalinidad y miliequivalentes

La dureza y la alcalinidad del agua se expresan a menudo “, como CaCO_3 ”Por cuando se disuelve 100 mg de carbonato de calcio en un litro de agua usando ácido carbónico (imitando la forma en la naturaleza disuelve piedra caliza), la dureza de calcio y la alcalinidad (como se mide por métodos estándar) sean cada uno 100 ppm. La dureza del agua es a menudo aparece en los informes de calidad del agua como “dureza como CaCO_3 ”O’Dureza Total’ y se define como la suma de las concentraciones de calcio y de iones de magnesio en miliequivalentes por litro (mEq / l) multiplicado por 50 (el ‘peso equivalente’ de CaCO_3). La dureza del agua se mide a menudo con una prueba de tipo quelante, donde se utiliza un agente químico tal como EDTA para atar y precipitar todo de los cationes de la solución. Esta masa se pesa y que el peso por unidad de volumen es la dureza total de la solución. Hierro, manganeso, y otros metales también puede ser contado en el ensayo de quelante, tal que el número total de dureza en un informe de agua es a menudo mayor que la suma del calcio y de magnesio como CaCO_3 .

Un “equivalente” se define como la cantidad de una sustancia que, o bien de suministro o reaccionar con un mol de

átomos de hidrógeno en una reacción ácido-base o con un mol de electrones en una reacción de oxidación-reducción. Si el ion tiene una mayor carga (Ex. 2), a continuación, un mol de dicha sustancia se define como que contiene (2) equivalentes. Por lo tanto el peso equivalente de una sustancia es igual al peso molar dividida por el número de equivalentes que suministra. Por lo general, el número de equivalentes de una sustancia es igual a su carga de valencia, como en el caso del calcio, aunque algunas sustancias cambian con el pH y esto se discutirán en [Capítulo 6](#). El peso equivalente de Ca + 2 es la mitad de su peso atómico de 40, es decir, 20. Por lo tanto si se divide la concentración de calcio en ppm o mg / l de Ca + 2

por 20, que tiene el número de miliequivalentes por litro de Ca + 2.

La alcalinidad total se define como el volumen total de ácido requerido valorar una muestra de agua para alcanzar el punto final (típico) de pH 4.5, se convirtió al mEq / litro y se multiplica por el peso equivalente de 50 para obtener la unidad típica de "ppm como CaCO₃". En la mayoría de los suministros de agua pública en los EE.UU., con un pH de agua de aproximadamente 8.3, la alcalinidad total es igual a la M alcalinidad, es decir, la cantidad de alcalinidad únicamente

debido a bicarbonato $[HCO_3^-]$, convertido por la relación de pesos equivalentes. En otras palabras, se puede convertir de concentración de bicarbonato en ppm de alcalinidad total como $CaCO_3$ multiplicando el bicarbonato por 50/61. Ver

Tabla 4 abajo. Si su análisis de agua local no muestra la concentración de iones bicarbonato (ppm), o “alcalinidad como $CaCO_3$ ”, Entonces tendrá que llamar al departamento de agua y pida hablar con uno de los ingenieros, o alguien en el laboratorio. Deben tener esa información.

Los pesos equivalentes son la clave para la comprensión de cómo la concentración de iones calcio en ppm se refiere a la “dureza total como $CaCO_3$ ” Número. El factor de conversión es el peso equivalente de la sustancia. El concepto de equivalentes y peso equivalente se vuelve más complicado con otras sustancias como el cobre y el hierro-elementos que tienen varios diferentes estados de oxidación (ex. $Cu + 1$, $Cu + 2$, y $Fe + 2$, $Fe + 3$). Elementos tienen cada uno dos pesos equivalentes, dependiendo de las otras sustancias en la reacción. Pero eso no viene al caso.

Factores Tabla 4-conversión para las concentraciones de iones Para Obtener

De

Hacer esto

ca + 2 (mEq / l)	ca + 2 (ppm)	Dividir por 20
mg + 2 (mEq / l)	mg + 2 (ppm)	Dividir por 12,1
HCO 3-1 (mEq / l)	HCO 3-1 (ppm)	Dividir por 61
CaCO 3 (mEq / l)	CaCO 3 (ppm)	Dividir por 50
ca + 2 (ppm)	ca + 2 (mEq / l)	Multiplicar por 20
ca + 2 (ppm)	Ca dureza como CaCO 3	Dividir por 50 y multiplicar por 20
mg + 2 (ppm)	mg + 2 (mEq / l)	Multiplicar por 12,1
mg + 2 (ppm)	Mg dureza como CaCO 3	Dividir por 50 y multiplicar por 12,1
HCO 3-1 (ppm) (@ pH 8-8,6)	La alcalinidad como CaCO 3	Dividir por 50 y multiplicar por 61
Ca dureza como CaCO 3	ca + 2 (ppm)	Dividir por 20 y multiplicar por 50
Mg dureza como CaCO 3	mg + 2 (ppm)	Dividir por 12.1 y multiplicar por 50
La dureza total como CaCO 3	Ca como CaCO 3 y Mg como CaCO 3	Agregalos
La alcalinidad como CaCO 3	HCO3- 1 (ppm) (@ pH 8-8,6)	Dividir por 61 y multiplicar por 50

Como un ejemplo, para calcular la dureza total como

CaCO₃ de una muestra de agua de las concentraciones de cationes, primero convertir esas cantidades a ppm sus equivalentes. (En realidad miliequivalentes, ya que una equivalente se mide generalmente en moles (es decir, gramos) por litro y partes por millón son miligramos por litro). Así, el primer paso es dividir tanto las concentraciones de calcio y de iones de magnesio en ppm por su peso equivalente, produciendo sus concentraciones en miliequivalentes por litro. El factor de conversión entre la dureza de calcio y la dureza de carbonato de calcio es la relación inversa de sus pesos equivalentes, es decir, 50/20. Dado que la dureza total como carbonato de calcio se define como la suma de la dureza de calcio y magnesio, se añaden los miliequivalentes de calcio y de magnesio juntos, y se multiplican por 50 (el peso equivalente de CaCO₃) para producir la dureza total como miliequivalentes por litro de CaCO₃.

$(\text{Ca} + 2 \text{ (ppm)} / 20 + \text{Mg} + 2 \text{ (ppm)} / 12.1) \times 50 = \text{Total de dureza como CaCO}_3$

factores de conversión similares se resumen en [Tabla 4](#).

En resumen, puede haber cientos de sustancias

en el suministro de agua, pero sólo un par de docenas que realmente importa a la cafetera. La dureza y alcalinidad del agua afectan el pH puré de patatas y puré de pH se tratarán más en [Los capítulos 4 y 5](#). La optimización de la química del agua para cada uno de los procesos de elaboración de la cerveza y otros usos se abordará en [Los capítulos 6, 7, 8 y 9](#).

referencias

1. norma ISO 9963-1: *Calidad del agua - Determinación de alcalinidad, Parte 1 - Determinación del total y alcalinidad Compuesto* (1994).
2. *Métodos estándar para agua y aguas residuales Tratamiento* - Alcalinidad, Water Works Association, 1999.
3. Faust, SD, Osman, MA, *Química del Agua Tratamiento*, 2 Dakota del Norte Ed., CRC Press, 1998.
4. Benjamin, MM, *Química del agua*, Waveland Press, 2010.
5. Flynn, DJ, Ed., *El manual de Nalco Water*, 3rd Ed., McGraw Hill, 2009.

6. Eumann, M., *Elaboración de la cerveza - Nuevas Tecnologías, C.*

Bamforth, Ed., Ch. 9 - El agua en la industria cervecera, CRC Press, 2006.

7. Taylor, D., *Handbook of Brewing, 2* Dakota del Norte Ed., F. Priest, G.

Stewart, Ed., Cap. 4 - Agua, CRC Press, 2006.

La alcalinidad residual y el puré

En los capítulos anteriores, hemos hablado de fuentes de agua, la composición del agua, y métodos de tratamiento de agua. También señalamos que el pH del agua es sólo una pieza del rompecabezas, porque a fin de entender el agua de elaboración de la cerveza, lo que necesita saber el **pH y la composición del agua. Los minerales en el agua tienen un efecto más significativo en el proceso de maceración que el pH del agua hace debido a que incluyen un sistema tampón**. Un tampón es una sustancia en la solución que resiste cambios en el pH. Cuanto más fuerte es la memoria intermedia, más se va a resistir un cambio de pH (es decir, más H^+ o OH^- serán necesarios iones para provocar que el pH a cambio). La medición del pH del agua sin saber la cantidad del sistema tampón es como medir el voltaje de una batería desconocido. Voltaje sola no dice

nosotros el tiempo que la batería durará. Del mismo modo, conociendo el pH del agua sin saber la cantidad de memoria intermedia en el agua no nos ayudará a predecir la respuesta del pH del puré. La única memoria intermedia en agua de escaldado potable es la alcalinidad a través de la carbónico, bicarbonato, y carbonato de equilibrio. El otro tampón, fosfato, proviene de la malta. Es la interacción de estos dos sistemas tampón con calcio y magnesio, que determina la fuerza con que tiene que trabajar para cambiar el pH puré. (Hay otro grupo de tampones, melanoidinas de malta, que también tienen efectos significativos en el puré pH-ese efecto será discutido en [Capítulo 5](#).)

¿Por qué es el puré de pH más importante que el pH del agua? Debido a las mejores cervezas se producen cuando un puré es controlado dentro de rangos bastante estrechos de temperatura y pH. pH es el resultado de un equilibrio químico-es una salida de prueba. El pH del agua es el resultado del equilibrio de las reacciones químicas que se produjeron en el agua. El pH puré es el resultado del equilibrio en la masa, que es lo que queremos controlar. El agua y las maltas son los nuevos componentes de la reacción y el pH puré es una medida de

el producto de reacción. Aunque es confuso, el pH puré es a la vez un factor para el rendimiento puré y el resultado de esa actuación. Para ayudar a entender esto, tome un paso atrás y considera que la concentración de iones hidrógeno (pH) en cualquier momento dado es un resultado de la equilibrio químico de ese sistema. Por lo tanto, el rendimiento de la es decir, puré, la actividad enzimática óptima y las condiciones que son favorables para que, también son el resultado de esa misma química. Por lo tanto podemos hablar de la actividad enzimática y el rendimiento puré como una función del pH puré, porque tenemos una buena comprensión de la química que lo impulsa. El pH del agua, por sí mismo, es *no* un factor para el rendimiento puré, ya que es la medida de diversos y no relacionados reacciones. ¿Okay? De acuerdo.

En este capítulo, se introduce el concepto de alcalinidad residual y cómo afecta a pH puré. El pH del puré es importante porque es un factor significativo para la actividad enzimática y que influye en el pH final de la cerveza. Tal vez David Taylor dijo mejor en *La importancia del control del pH durante Brewing*¹: “El punto clave para el control de pH durante el proceso de elaboración de la cerveza es durante maceración. Esta

es debido a la gran influencia que se puede ejercer en esta etapa sobre el contenido y formato de los sistemas tampón que operarán posteriormente en el mosto y la cerveza."Entonces, ¿qué es el pH ideal para la masa? Esa es una muy buena pregunta. en un *Libro de texto de elaboración de la cerveza*, [2](#) Jean De Clerck observa que el pH de un mosto de base de malta hecha con agua destilada es "normalmente alrededor de 5,8". Este valor se refiere al mosto enfriado. De Clerck observa que el pH del mosto medido disminuye al aumentar la temperatura, citando el trabajo de Hopkins y Krause. La disminución en el pH se aproximadamente lineal con la temperatura y la diferencia es 0,34 entre 18 y 65 ° C con agua destilada, y 0,33 con "agua dura medio" para las mismas temperaturas. Esto significa que hay un desplazamiento entre el pH de la hierba consistente en maceración y las temperaturas de las habitaciones. Como la mayoría de los estudios técnicos han utilizado el estándar a temperatura ambiente para medir el pH del mosto y mediciones de temperatura ambiente son más suaves en equipo analítico, el estándar a temperatura ambiente para la medición y la presentación de informes se utiliza en este libro.

De Clerck no indica lo que el pH óptimo puré

es. Lo único que establece que: "La mayoría de las enzimas exhiben su mayor actividad a un pH inferior a la de la hierba, que normalmente es alrededor de 5,8. En esta cuenta, el puré a menudo se acidificó a reducir el pH a 5,0-5,2, que es más adecuado para la proteólisis y la ruptura de fosfatos orgánicos." Esta declaración debe ser calificado por señalar que De Clerck estaba hablando en referencia a la Pilsner Continental y maltas Munich del día (c. 1950) que tenía una proporción de proteína soluble a total de 29,8% y

38,8% respectivamente, en comparación con malta Pale británica que él considera que es altamente o sobre-modificado. No se dio ninguna cantidad para la malta pálida británica, pero probablemente fue de un 40%. En otras palabras, maltas menos modificadas se beneficiaron de menor pH puré para optimizar la proteólisis, y con ello mejorar extracto total y amino nitrógeno libre (FAN).

Wolfgang Kunze en *Tecnología de Fabricación de cerveza y malteado*,³ afirma que el intervalo de pH óptimo para la amilasas y almidón de degradación es 5/5 a 5/6 porque el límite total de extracto y la atenuación es mayor en comparación con el intervalo de pH puré "normal" de 5/6 a 5/9. Se indica que "normal" es dependiente de la elaboración de la cerveza de malta y agua

composición. Más adelante en el texto, afirma que los beneficios de la disminución del pH puré incluyen acortamiento y la optimización del proceso de maceración, lautering más rápido, un mejor rendimiento, mejor estabilidad del color, mejor fermentación, y mejor espuma. En resumen, se establece que los fabricantes de cerveza deben controlar el pH para que la masa tiene un rango de pH de 5.4 a 5.6 y el pH final después de mosto hirviendo debe ser 5.1-5.2.

En *pH en Brewing: An Overview*, ⁴ Charles Bamforth observa que el pH óptimo para las diversas enzimas proteolíticas y sacarificación parece variar sustancialmente con el sustrato elegido por los investigadores para el experimento, y sugiere que la estabilidad térmica de las enzimas es más importante para su eficacia de pH. Sin embargo, también señala que Bamforth pH parece tener un fuerte efecto en la extracción de las enzimas de la malta, como lo demuestra la obra de Stenholm y Home, ⁵ quien demostró que dejar caer el pH puré 5,7-5,4 aumentó la extracción de límite dextrinasa. Además, el método de reducción de pH parece ser un factor significativo: que las adiciones de calcio parecen tener un más efecto sinérgico en el rendimiento de puré como un todo en comparación con ácido mineral u orgánico

adiciones. Para ilustrar estos efectos, la lautering puré o rendimiento de filtración pH óptimo fue 5.5 a 5.7 en un experimento utilizando sales de calcio frente a 4.4 a 4.6 en otro usando adiciones de ácido.

En resumen, estos recursos indican una “óptima” a temperatura ambiente rango objetivo puré pH de cualquier lugar de 5.0 a 5.6. El extremo inferior de este rango no es, probablemente, en su caso como lo era antes, ya maltas altamente modificados de hoy reducen la necesidad de proteólisis. Por lo tanto, el rango de pH puré de destino probablemente debería ser 5.2 a 5.6. Sin embargo, el cervecer puede escoger un valor dentro de ese rango que parece adaptarse mejor a su cerveza. El cervecer también debe tratar de controlar el pH puré a una tolerancia más estricta de +/- 0,1 pH para asegurar la consistencia.

Hay muchos factores que afectan el pH puré, y varios de ellos se basan en la variedad de cebada de malta y los procesos-factores que son normalmente fuera del control de la cervecería. La mejor el cervecer puede hacer es encontrar una fuente consistente y de alta calidad para la malta y se centran en los factores que puede controlar, a saber, la composición de agua de infusión, la sal y / o adiciones de ácido, y la consistencia de

de muestreo y medición métodos. El factor clave para entender el efecto de la composición del agua de preparación y ajuste es la alcalinidad residual. alcalinidad residual (AR) es la interacción de la dureza y alcalinidad del agua en el puré, y ese concepto se presenta a continuación.

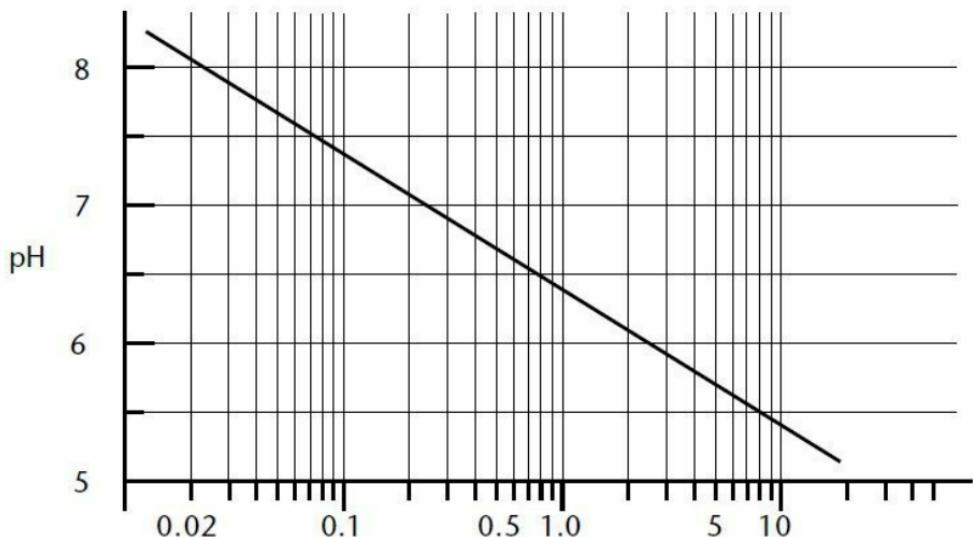
La alcalinidad del agua

El primer paso para entender alcalinidad residual es entender cómo se mete en la alcalinidad del agua en el primer lugar. Es un sistema de dos partes que se controla por la presión de gas de dióxido de carbono disponible en el aire. La alcalinidad del agua se determina por el contenido de carbonato, que se forma cuando el agua subterránea ácida (**es decir, agua con disuelto CO₂**) reacciona con tiza (CaCO₃) o dolomita (CaMg (CO₃)₂). La cantidad de carbonato que se puede disolver en el agua depende de la presión parcial de dióxido de carbono que a su vez determina la cantidad de dióxido de carbono disuelto en el agua, en otras palabras, carbonato disuelto y dióxido de carbono disuelto son siempre en equilibrio. O tratan de ser; concentraciones de carbonato en el agua siempre están persiguiendo cambios en los niveles de dióxido de carbono disuelto.

En la naturaleza, esta restauración del equilibrio se produce lentamente y carbonato de calcio (tiza) se disuelve muy lentamente. De hecho, esta es la razón por incrustaciones de carbonato es tan común en los grifos y cabezas-La ducha rápida disminución de la presión, y la posterior aireación como las descargas de agua, libera el CO disuelto 2 y deja el agua esencialmente una condición de super-saturada de carbonato. El carbonato de super-saturada se acumula gradualmente en las superficies cercanas. A la inversa, una solución super-saturada de CO 2 se disolverá carbonato de calcio en agua más rápidamente. agua de carbonatación con puro CO 2 bajo presión más elevada acelerará el proceso de disolución de carbonato de calcio en el agua.

Relación aproximada entre CO 2 y total

La alcalinidad en el agua pura



Ratio of CO₂ (aq) to Total Alkalinity both expressed as ppm as CaCO₃

La Figura 11-Equilibrium diagrama de solubilidad para el carbonato de calcio y CO₂ como una función de pH en (es decir, de la habitación) temperatura y presión estándar. La proporción de CO₂ disuelto a CaCO₃ es una constante para un pH dado.

El equilibrio de los carbonatos a dióxido de carbono disuelto determina el pH en agua pura. Ver

Figura 11 . En una verdadera situación mundial, hay más factores que también se aplican, pero la presión parcial de CO₂ y el dióxido de carbono / carbonato de equilibrio resultante son los principales factores de pH en aguas más potable.

Hay varias ecuaciones químicas que rigen el

equilibrio entre las especies, líquidos, y carbonato de gas sólido. gas de dióxido de carbono se disuelve en agua de acuerdo con la Ley de Henry, donde la concentración de $[\text{CO}_2]$ se determina por la presión parcial del gas, P_{CO_2} , en atmósferas y la constante $K_H = .032$:

$$[\text{CO}_2] = 0.032P_{\text{CO}_2}$$

El disuelto CO_2 es una molécula de óxido hidratado con dos moléculas de agua asociadas, como sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). A menudo se escribe como $\text{CO}_2(\text{aq})$ para distinguirlo de gaseosa CO_2 . Y, disuelto CO_2 no es lo mismo que el ácido de sólo una pequeña proporción carbónico de ácido carbónico (H_2CO_3) en realidad forma, típicamente 0,17% del total disuelto el dióxido de carbono. La combinación de estas dos formas, es decir, $[\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{CO}_2(\text{aq})]$, se escribe generalmente como “ H_2CO_3^* ”. Es importante entender que las discusiones de ácido carbónico y el lowpH-final del equilibrio son, de hecho, la mayoría de las discusiones acuosa CO_2 , que está sujeto a la Ley de Henry y la presión parcial de dióxido de carbono.

Las constantes de equilibrio

No todas las reacciones químicas que van hasta su finalización.

Una constante de equilibrio describe la continua hacia adelante y reacciones de una ecuación de equilibrio químico inversa. En la reacción $A + B \leftrightarrow C + D$, la flecha de doble cabeza significa que la reacción no llega a la terminación, y que una cierta cantidad de A y B reacciona para formar C y D, y algunos C y D reacciona para formar A y B. El equilibrio entre las dos partes, a una temperatura y presión dada,

es

definida por la ecuación $[A][B] / [C][D] = K$, que es la constante de equilibrio.

Las dos reacciones más importantes en la química del agua son:



Cuando los iones de hidrógeno están involucrados y los números son muy pequeños, nos gusta tomar el logaritmo negativo de la serie para que sea más manejable, como en el caso del pH, de tal manera que:

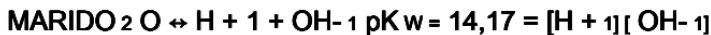
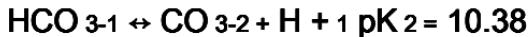
$$-\log [H^+] = pH \text{ y } -\log K_1 = pK_1$$

En los casos de tiza y agua, donde el material matriz domina el equilibrio, (es decir, muy poco de los sustancia se disuelve o reacciona) el denominador (padre) se considera que es una constante y se incorpora en la K, de manera que para:



En cada caso la constante le permite calcular la concentración de un desconocido, en el supuesto de haber medido los otros. Ver [Ap](#) para más información.

se describe por las siguientes ecuaciones. Estas ecuaciones químicas a 20 ° C (68 ° F) están cada rigen por las constantes de equilibrio de disociación o:



Cuando la reacción global es $a\text{CO}_2 + b\text{H}_2\text{O} + c\text{CaCO}_3 \leftrightarrow d\text{H}_2\text{CO}_3$ y el equilibrio entre H_2CO_3^*

$\leftrightarrow \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}$ se rige por pK_a1 y pK_a2 .

En otras palabras, una vez disuelto, el carbonato puede existir en cualquiera de las tres formas de equilibrio (especies) en función de pH: dióxido de carbono de ácido acuoso / carbónico (H_2CO_3^*), bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato (CO_3^{2-}).

Las reacciones de disolución se representan en [Figura 12](#). Las proporciones de las formas de equilibrio como una función del pH

“Equilibrio” significa que la especie se ha permitido el tiempo suficiente para alcanzar un estado estable y equilibrada. También tenga en cuenta que el “tiempo suficiente” es por lo general muchas horas, y que los cambios en una especie de hecho va a iniciar los cambios a las otras especies, pero que el cambio se indica en el diagrama a menudo se llevará muchas horas en completarse.

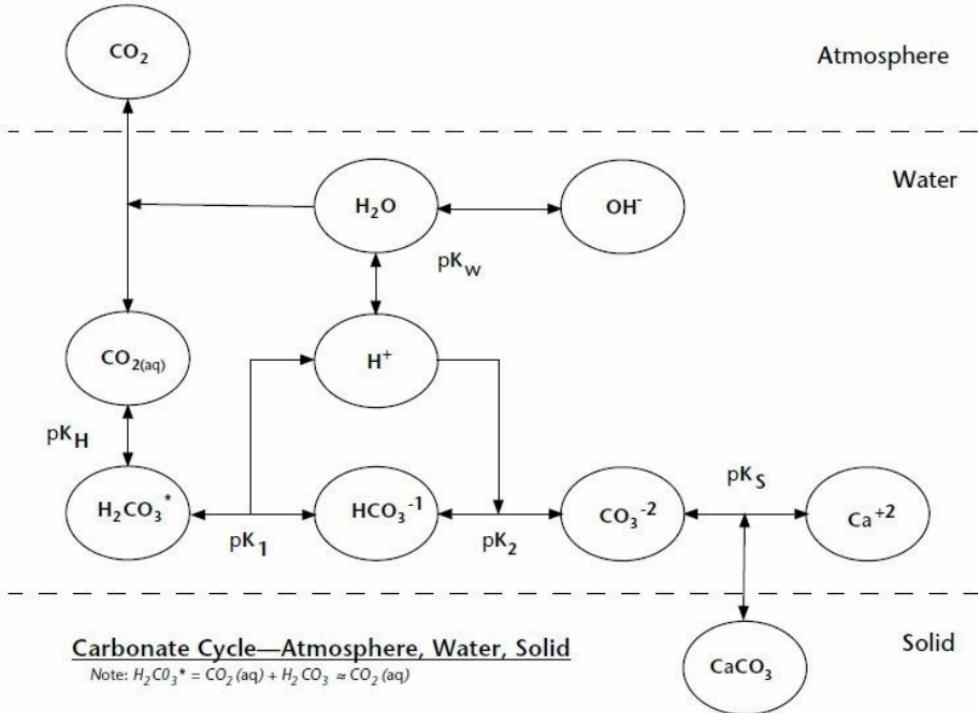


Figura 12-Este diagrama ilustra los dos más comunes

fuentes de especies de carbonato en agua-CO₂ del aire, y tiza disuelto a partir de piedra caliza. La forma de ácido dioxidecarbonic carbono acuosa domina a pH bajo, la forma bicarbonato a pH 6-10, y la forma de carbonato a pH alto. Sólo una pequeña fracción de CO₂ acuosa se forma en realidad ácido-la relación de equilibrio carbónico es típicamente 1/650, dependiendo de la presión parcial y pH.

Las proporciones relativas de las formas de carbonato varían con el pH. La fase acuosa CO₂ / concentraciones molares carbónico y bicarbonato son iguales en pK₁, y las concentraciones de carbonato y bicarbonato molares son iguales en pK₂.

La forma de bicarbonato es dominante al $(pK_1 + pK_2) / 2 = 8,3$. Por debajo de pH 4,3, el carbonato se ha convertido por completo a acuosa CO₂ y ácido carbónico, y esta región (<4,3) se dice que constará de acidez mineral libre. En el intervalo de pH puré, en condiciones de equilibrio,

la proporción se convierte en su mayor parte acuosa CO₂, con una menor proporción de bicarbonato. [Figura 13](#) proporciona una representación visual de la variación de estas especies de carbonato con pH. Como se mencionó anteriormente, la transición entre las especies de carbonato se puede producir lentamente, durante muchas horas, incluso en el puré.

La solubilidad del sistema de carbonato disminuye con la temperatura, y esto es debido tanto a la menor solubilidad de los gases (es decir, CO₂) en agua (debido a la disminución en el coeficiente de Henry), y a una disminución en el producto de solubilidad en sí. La solubilidad del carbonato de calcio en agua pura (sin disuelto CO₂) a temperatura ambiente es de sólo 14 ppm, aunque sus solubilidad aumenta a aproximadamente 50 ppm (es decir, 1 mEq / L) cuando está en contacto con el aire, es decir, la presión normal, y puede aumentar a 75 ppm con una mayor dióxido de carbono disuelto. La solubilidad del carbonato de calcio aumentará ligeramente en presencia de otras sales que no contienen calcio o carbonato, tales como cloruro de sodio o sulfato de magnesio. Estas sales aumentan la solubilidad ligeramente debido a que sus iones tienden a proteger a los iones de calcio y carbonato uno del otro de manera que sean menos propensos a asociarse y precipitar como carbonato de calcio. El sulfato de calcio también disminuye la solubilidad con el aumento de la temperatura, pero su solubilidad es órdenes de magnitud superior a los 3 a 8 gramos por litro.

carbonato en el tiempo debido a que el ion calcio adicional elevará el producto de solubilidad $[Ca + 2][CO_3 \cdot 2]$ más allá de su límite.

¿Cómo se forma agua de alta alcalinidad en la naturaleza, entonces? La clave es la presión parcial de dióxido de carbono bajo tierra. El CO_2 subterráneo presión parcial puede alcanzar de 0,03 a 0,05 atmósferas (atm) en comparación con la presión parcial atmosférica normal de 0,0003 a 0,0005 atm, principalmente debido a la respiración bacteriana. Cuando el agua subterránea es llevado a la superficie, el exceso de CO_2 se libera a la atmósfera. Sin embargo, la restauración del equilibrio por precipitación del carbonato de calcio extra se produce lentamente, como se evidencia por la acumulación gradual de la escala en la plomería doméstica.

Se podría suponer mirando el bajo pH del puré, que cualquier sal alcalina (bicarbonato de sodio, carbonato de calcio, hidróxido de calcio, etc.) sería fácilmente disolver y todo su potencial alcalina estarían disponibles para afectar pH puré si cuantificado en términos de alcalinidad total como $CaCO_3$. Sin embargo, la experiencia práctica ha demostrado que no es así. Las razones de esto se discutirán más a fondo en los capítulos siguientes (5

Carbonato de Especies Fracción molar vs El pH del agua @

20 ° C

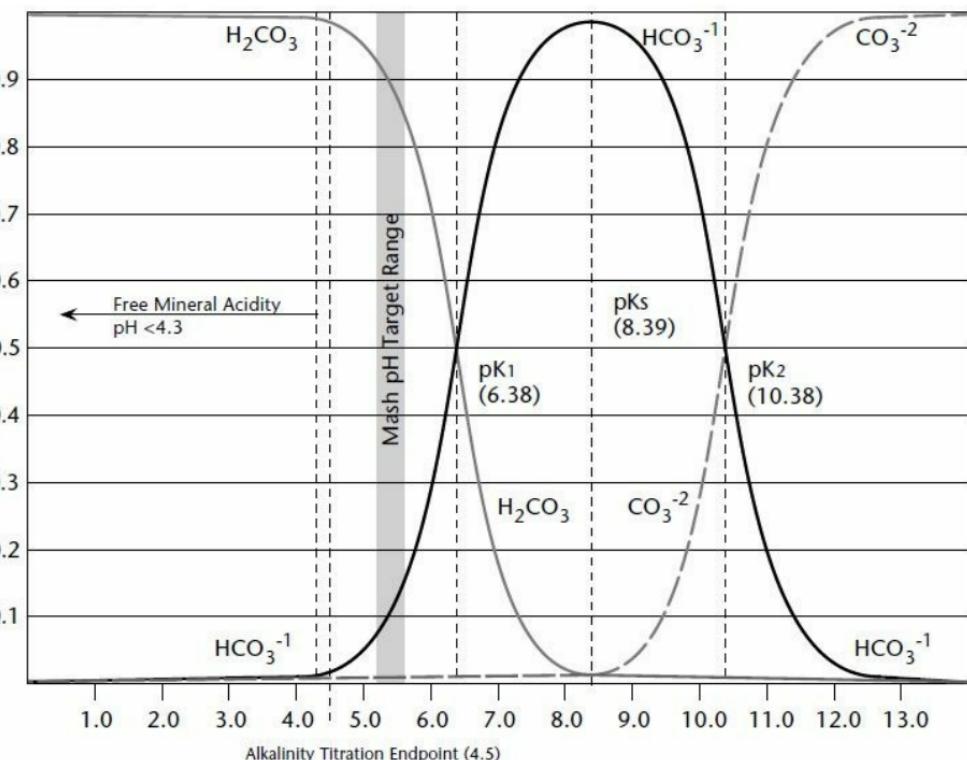


Figura 13-El sistema de carbonato existe en tres formas, dependiendo del pH. La forma predominante en el agua potable es bicarbonato, siendo mayor que 50% de las especies entre pH 6,3 y 10,3, y alcanzando un máximo de aproximadamente pH 8,3. La región de pH puré está sombreada de color gris para mayor comodidad.

La precipitación de los fosfatos de calcio en el puré

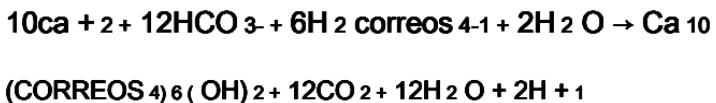
cebada malteada contiene aproximadamente 1% en peso de fosfato y esta es una de las claves para reducir el pH puré a la gama favorecida por las enzimas. El fosfato se une principalmente como fitina de malta y se hidroliza durante el puré. Fitina es una sal de potasio y de magnesio mixto de ácido fítico. Esta hidrólisis es (o sería) catalizada por la enzima fitasa, pero fitasa se desnaturaliza fácilmente por estofar en todos pero las maltas más ligeras. Afortunadamente, la hidrólisis se produce de todos modos y los diversos iones fosfato (principalmente $H_2PO_4^-$ y PO_4^{3-}) están disponibles para la reacción con calcio.

Las reacciones químicas en el puré son bastante simples, pero hay al menos diez reacciones separadas pero co-dependientes que se combinan para reducir el pH. Estas reacciones precipitan los fosfatos de calcio,

hidrógeno liberación

iones que reaccionan con carbonato disuelto (alcalinidad) para formar agua y CO_2 gas, reduciendo así la alcalinidad del sistema. El precipitado es principalmente hidroxilo apatita, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, pero también puede consistir en especies tales como

De CaH (PO 4), California 4 H (PO 4) 3, etc. La cantidad de CO 2 producido en esta reacción es equivalente a la reducción de la alcalinidad del agua debido a la alcalinidad se define como la cantidad de ácido (es decir, mEq / l de iones de hidrógeno) para convertir el carbonato y bicarbonato a carbónico (H 2 CO 3 *). Una versión resumida de la reacción es:



La conclusión es que el fosfato de malta reacciona con el calcio disuelto para precipitar fosfato de calcio, la liberación de protones que reaccionan con carbonatos disueltos para crear el agua y dióxido de carbono, lo que reduce la alcalinidad y baja el pH. La reducción de la alcalinidad es generalmente limitado por la cantidad de calcio disponible en el agua / puré. Hay un montón de fosfato en el mash-en casi el 1% de la malta en peso y suponiendo una relación de molienda de 4 litros / kg, esto funciona a cerca de 2 gramos por litro o

2000 ppm, en comparación con el contenido de calcio típica de menos de 100 ppm en la mayoría de las fuentes de agua naturales.

La alcalinidad residual

Y ahora para ponerlo todo solubilidad, alcalinidad y dureza del agua juntos-carbonato. ¿Cómo estos factores se combinan para afectar el pH puré? La respuesta es una cantidad llamada “residual Alcalinidad”.

En 1953, el científico alemán Paul Kolbach elaboración de la cerveza [6](#)

llevado a cabo una serie de experimentos en los mostos de malta base en la que se determinó que 3,5 equivalentes (eq) de calcio reaccionan con fosfato de malta para “neutralizar” 1 equivalente de alcalinidad del agua. Además, se determinó que el magnesio trabajó de una manera similar, pero en menor medida debido a la mayor solubilidad del hidróxido de magnesio, necesitando 7 equivalentes para neutralizar 1 equivalente de alcalinidad. Alcalinidad que quedaba en el agua después de esta reacción se denomina “alcalinidad residual” (RA abreviado). Esta alcalinidad residual plantea el puré de pH lejos del pH puré agua destilada (considerado como “normal”). En otras palabras, Kolbach determinó que los fabricantes de cerveza podían manipular pH del mosto a un valor igual o menor que la del agua destilada mediante la adición de calcio y sal de magnesio adiciones.

Sobre una base por volumen, esto se puede expresar como:

$$mEq / L RA = mEq / L \text{ de alcalinidad} - [(mEq / L Ca) / 3.5 + (mEq / L Mg) / 7]$$

donde mEq / L se define como miliequivalentes por litro. Otra unidad equivalente se puede usar, como "como CaCO₃, "Pero no simplemente concentración como ppm-la equivalencia química debe tenerse en cuenta.

Esta ecuación puede actualizarse en unidades más familiares como:

$$AR (\text{ppm como CaCO}_3) = \text{La alcalinidad (ppm como CaCO}_3) - [(Ca (\text{ppm}) / 1.4) + (Mg (\text{ppm}) / L.7)]$$

Cualquier valor positivo de la alcalinidad residual hará que el pH puré a ser mayor de lo que sería el uso de agua destilada. Del mismo modo, un RA negativa hará que el pH puré sea menor de lo que sería el uso de agua destilada. Para contrarrestar RA positiva de aguas alcalinas, los cerveceros pueden añadir sales de calcio o de magnesio elaboración de la cerveza, se añade ácido, o hacer uso de la acidez natural de maltas oscuras para reducir RA

y llevar el pH puré de nuevo en el rango correcto.

Históricamente, los estilos de cerveza más oscuros se han originado en las regiones con más alta del agua alcalinidad residual debido a la acidez natural de las maltas oscuras ayudó a neutralizar la alcalinidad del agua, la mejora de la producción y el sabor de la cerveza. Elaboración de la cerveza una cerveza oscura con un agua bajo RA puede resultar en un pH puré de 5 o menos, causando un sabor granulada o asado más unidimensional, e incluso alterar la actividad beta amilasa. amilasa Beta se informa que tiene un rango relativamente estrecho actividad preferida de 5,0-6,0 pH. La fermentabilidad del mosto se puede aumentar y el cuerpo de la cerveza resultante puede ser disminuida.

PH bajo puré puede en última instancia, contribuir a bajo pH del mosto en la caldera. Bajo pH del mosto puede reducir la utilización del lúpulo y reducir la expresión hop y amargor.

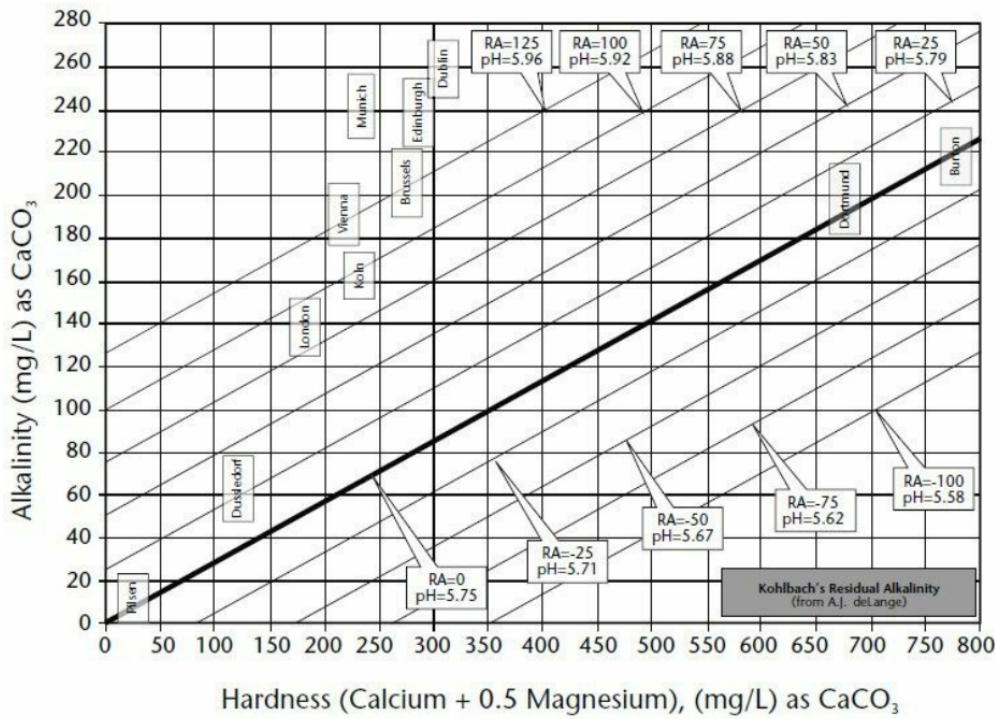
A la inversa, cervezas pálidos elaboradas en agua con alta alcalinidad residual puede dar lugar a un pH superior a 6 puré, lo que lleva a un aumento de tanino y la extracción de silicato, amargura hop duro, y el deterioro amilasa beta. Esta condición también se traduce en un carácter más unidimensional, con el carácter de la malta se describe como

“Opaco”. Este pH alto puré considerada a efectos de alto pH del mosto en la caldera. El alto pH del mosto puede alterar el carácter de lúpulo también.

Mientras más alto pH del mosto permite una mejor isomerización de los ácidos hop alfa, la amargura resultante es diferente-cerveceros dicen que la diferencia produce una cerveza diferente, uno que tiene un sabor como si se elabora con una, variedad diferente de mayor alfa. Cuanto más alto es el pH del mosto puede extraer más polifenoles del lúpulo para crear el carácter de lúpulo más áspero.

alcalinidad residual ha sido conocido y utilizado por los fabricantes de cerveza de Europa desde hace varias décadas, pero el preponderancia de elaboración de la cerveza lager pilsen se ha reducido la utilización del concepto. Las directivas más comunes son que 1) la alcalinidad del agua debe ser tan baja como sea posible, y que 2) los niveles de calcio debe ser al menos 50 ppm. El resurgimiento de la variedad de estilos de cerveza en la cerveza artesanal ha causado cerveceros que ver cómo tanto clásicos estilos de cerveza clara y oscura se originó con respecto a los suministros de agua locales. En su documento *Brewing agua - Visión de conjunto*,⁷ AJ DELANGE representa la RA de varias de las principales ciudades del mundo elaboración de la cerveza y tomó nota de que, en general, un RA superior era

correlacionado con estilos de cerveza locales más oscuros. Ver [Figura 4](#) . John Palmer exploró este concepto en su libro, *Cómo elaborar cerveza*,⁸ y ha desarrollado un nomograma que sugería una gama de color de la cerveza para un rango de alcalinidad residual. El objetivo de este trabajo fue para permitir que un fabricante de cerveza a utilizar su agua local, y las adiciones de sal u otro tratamiento, para lograr el pH puré objetivo con cualquier receta, claro u oscuro, y de ese modo ayudar a lograr un pH óptimo en la final de cerveza donde la multitud de sabores se expresan mejor.



La Figura 14-Alcalinidad vs. Dureza de Kolbach. Se muestran las líneas para valores constantes de alcalinidad residual, y etiquetas para diversas ciudades de elaboración basado en el informe de agua local. Original dibujado por AJ DELANGE, revisada por M. Brungard.

El refinamiento de la AR

Un trabajo más reciente por Troester ⁹ ha validado el trabajo de Kolbach, sino también señalado factores que no fueron tomadas en cuenta por DELANGE y Palmer, específicamente espesor puré y grado de aplastamiento de malta en la molienda. Además revisión de artículos de Kolbach muestra que los experimentos se llevaron a cabo en 12 ° P (1,048 SG) mosto después de la maceración y de burbujeo, en lugar de la propia puré. Kolbach determinó que la relación entre un cambio de pH puré agua destilada y 1 mEq de alcalinidad era 0,084 pH • L / mEq o 11,9 mEq / (pH • L) o sobre la alcalinidad 595 ppm residual como $\text{CaCO}_3 / (\text{pH} \cdot \text{L})$. Troester llevó a cabo una serie de experimentos de puré utilizando grist pulverizado, lo que demuestra que la capacidad de pendiente o de tamponamiento del puré variarse como una función de la relación de molienda. purés de ensayo se llevaron a cabo a través de tres niveles de alcalinidad (0, 2.7, 5.3 mEq / L) para Weyermann Pilsner malta (spec 1.6 a 1.8 ° L.) y

malta Malteries Franco-Belges Light Munich (L spec 6-8 °.) a través de la gama de relaciones de molienda de 2-5 litros / kg (~ 1-2.5 qts / lb). Los cálculos de la capacidad de amortiguación para diversas relaciones de molienda se enumeran en [Tabla 5](#) . Los resultados del trabajo de [Troester](#) indican que el coeficiente de Kolbach equivaldría a una relación de puré de molienda de alrededor de 5 litros / kg, lo que sería coherente con un mosto de rociado de 12 ° P y una relación de molienda inicial típico de alrededor de 4. El puré pH / residual nomograma alcalinidad en Palmer 's *Cómo elaborar cerveza*, el valor de Kolbach (11,9 mEq / (pH • kg), como lo hace Delange ([Figura 14](#)).

Tabla Shift 5-pH con Ratio Grist Ratio Grist

en litros / kg (qts / lb)	Buffer Capacidad de Pilsner puré malta baja mEq RA / (pH • L)	Buffer Capacidad de Munich puré malta baja mEq RA / (pH • L)
2 (0.96)	23.8	28.6
3 (1.44)	17.2	20.4
4 (1.92)	15.2	15.2
5 (2.40)	12.5	13.0

El cambio en la capacidad tampón de malta base de purés como una función de la relación de molienda. Grist pulverizado, 10 minutos puré. Los datos de [Troester](#).

El grado de aplastamiento de la molienda también se determinó que era un factor de por Troester. El dato anterior se obtuvo utilizando grist pulverizado. Se repitió el experimento usando tres aguas (0, 2,9, 5,7 mEq / L) con diferentes huecos molino correspondiente a la configuración comerciales normales para los molinos de múltiples cilindros: (pulverizados), 0,5, 0,8, y 1,2 mm. los

establecer en un molino de dos rodillos 0,8 mm es probablemente el más similar a la American Society of Brewing Químicos (ASBC) condición molido grueso, que no está determinada por el espaciamiento de rodillo sino por 75% de una muestra de malta que queda en un tamiz No. 30 (tamiz apertura de 0,0232 pulgada). Los datos mostraron que la capacidad de amortiguación de los purés disminuyó con el aumento de tamaño del hueco, de la misma magnitud que para la relación de molienda. Sin embargo, se especula que este efecto debe disminuir con el tiempo de maceración, ya que la molienda se convierte totalmente hidratado y más fosfatos están disponibles para la reacción. Ver [Tabla 6](#) .

Tabla Shift 6-pH con Gap Configuración Molino Gap

mm (pulgadas)	ppm mEq Pilsner malta RA / (pH • L)	Munich malta (6-8L) mEq RA / (pH • L)
pulverizado	15.8	17.8

0,5 (0.020)	13.4	14.8
0,8 (0.032) *	12.2	14.8
1,2 (0.047)	10.6	12.0

* Más similar a ASBC grueso Grind. El cambio en la capacidad tampón de malta base de puré como una función del grado de aplastamiento. relación Grist de 4 L / kg, 10 minutos puré. Los datos de Troester⁹.

—

En resumen, los puntos clave de este capítulo son: Puré de pH es la mejor

- palanca para influir en el pH del mosto y la calidad del sabor.
- El calcio, el magnesio y fosfatos de malta reaccionan para producir hidroxilapatita de calcio e hidróxido de magnesio. Esto libera iones de hidrógeno en el puré de patatas, y reduce el pH a niveles en los que las enzimas de sacarificación operar más eficientemente.
- El concepto de la alcalinidad residual es una muy buena herramienta para estimar el efecto de la alcalinidad del agua para la malta base de puré de pH y predecir el efecto de la sal de calcio y adiciones de ácido.
- La advertencia a la alcalinidad residual es que la cantidad de cambio de pH puré con un cambio en residual

alcalinidad varía con la relación de molienda y el tamaño del grano para moler, que varía de aproximadamente 10 a 30 mEq / (pH • L), disminuyendo como la relación de agua a aumentos de malta. Un valor típico moderno a 3 l / kg, molido grueso, es probablemente alrededor de 15 mEq / (pH • L), que no está lejos del valor de alrededor de 12 mEq / (pH • L) de Kolbach. En el siguiente capítulo vamos a ver cómo se puede amortiguar la acidez natural de los diferentes tipos de maltas y cambiar el pH del puré. Antes de hacerlo, queremos hacer hincapié en que el objetivo de estos capítulos no es calcular definitivamente el pH puré, ni para el cálculo de sal o ácido adiciones precisas para lograr un pH puré particular. Este libro no contiene todas las respuestas a las complejidades de la química puré; que sólo contiene unos pocos. El objetivo de estos dos capítulos es para darle una mejor comprensión de cómo funciona el pH puré y cuáles son las principales palancas son,

referencias

1. Taylor, DG, la importancia del control del pH durante

Fabricación de cerveza, *MBAA Tech. Cuarto de galón.* 27: 131-136, 1990.

2. Declerk, J., *Un libro de texto de Brewing, vol. 1*, Siebel Institute,

Chicago, 1994.

3. Kunze, W., *Tecnología de elaboración de la cerveza y malta*, Intl Ed.,

BLB Berlín, 1999.

4. Bamforth, C., pH en Brewing: An Overview, *MBAA*

Tech. Cuarto de galón. 38 (1): 2-9, 2001.

5. Stenholm, K, Hogar, S., un nuevo enfoque para limitar

Dextrinasa y su papel en maceración, *J. Inst. Elaborar cerveza.* 105:

205-210, 1999.

6. Kolbach, P., *Der Einfluss Des Brauwassers auf das pH*

von Würze und Bier, *Monatsschrift piel Brauerei*, Berlín, 1953.

Traducido por AJ DELANGE.

7. Delange, AJ, alcalinidad, dureza, Residual

La alcalinidad y la malta Fosfato: Factores en el establecimiento

de Mash pH, *Cerevesia* 29 (4) 2004.

8. Palmer, J., *Cómo elaborar cerveza, 3rd Ed*, Cerveceros

Publicaciones, Boulder, 2006.

9. Troester, K, el efecto de Brewing Agua y Grist

Composición en el pH de la Mash, Braukaiser.com,
2009.

La alcalinidad residual, malta Acidez, pH y puré

El puré es un entorno tamponado donde la química del agua y de la química de malta (esperemos) se combinan para crear condiciones altamente favorables para la sacarificación y rendimiento. Una explicación detallada de la química de malta que produce este entorno está más allá del alcance de este libro. Sin embargo, es necesario describir los fundamentos de la producción de malta y la química con el fin de entender cómo afectan nuestras decisiones sobre el agua de escaldado.

Como se discutió en el capítulo anterior, la alcalinidad residual nos permite comprender cómo la dureza y alcalinidad del agua interactúan en el puré, y establece la base para el pH puré eventual. Alcalinidad residual ayuda a cuantificar el efecto de la composición del agua en pH puré debido a la precipitación de hidroxilapatita y la liberación de

iones de hidrógeno.

Pero los cambios que afectan a pH puré no tienen que venir sólo de los cambios en la alcalinidad residual; también pueden provenir de la malta directamente como acidez. maltas especiales también contener tampones débilmente ácidos que neutralizan la alcalinidad y bajar el pH puré. Se cree que estos tampones ser melanoidinas y ácidos orgánicos que son creados por las reacciones de Maillard durante estofar y asar. Melanoidinas se forman a partir de la reacción de los aminoácidos y azúcares, y son responsables de los sabores tostados y Roasty que asociamos con el pardeamiento de los alimentos.

Kolbach, Troester, y Bies determinaron que puede tomar de 1 a 2,5 mEq / litro de ácido para mover el pH del puré / mosto por 0,1 unidad, dependiendo de la relación water-to-grist y otros factores. Hubo algunos problemas de inconsistencia con los datos, sin embargo. Repeticiones de experimentos con una muestra diferente de un mismo lote de malta mostraron una variabilidad menor, pero réplicas utilizando diferentes lotes de la misma maltereo dieron resultados que variaban

más allá

anticipado

experimental

error.

La experimentación ha demostrado también que el mismo tipo de malta

(Base, xx caramelo, chocolate malta, etc.) de diferentes fabricantes de malta puede tener resultados significativamente diferentes. En la siguiente sección se ilustrar las razones de diferencias en la acidez de malta, y por qué es difícil de predecir.

Maltas y malta de color

Para empezar nuestra digresión sobre la química de malta, existen básicamente cuatro tipos de maltas: maltas base, maltas Secada más modernas, el maltas caramelo y tostadas. maltas base tienen un agua o congreso destilada puré pH de 5.6-6.0, dependiendo de la variedad de cebada, las condiciones, modificación y microflora tales como bacterias de ácido láctico en la cáscara de crecimiento. La cantidad y la viabilidad de las bacterias es muy variable, dependiendo del entorno local y el régimen de secado al horno particular. Por lo tanto, cada lote de malta puede tener un pH ligeramente diferente de malta base de puré, incluso dentro de una marca en particular de la misma maltero.

maltas base tal como Pilsner, malta lager, ale y la malta pálida se producen por germinación a 15-17 ° C (59-63 ° F) y se secó en un flujo de aire fresco a aproximadamente 8% de humedad. Estas maltas se Secada a bajas temperaturas de 50-70 ° C (122-

158 ° F) antes del curado a una temperatura final de 70-85 ° C (158-185 ° F). maltas pale ale se dan típicamente temperaturas de tostación de 60-90 ° C (140-194 ° F) y se curan a hasta 105 ° C (221 ° F) para desarrollar superior de color (3-5 SRM) y más sabor. Los sabores expresadas son ligeramente granulada con notas de tostado y calor. Tenga en cuenta que estas temperaturas son intervalos de condiciones típicas que los fabricantes de malta pueden elegir a su discreción, no hay recetas estandarizadas para determinados tipos de malta.

maltas Secada altamente son maltas base (o maltas de base que no se han curado por completo) que han sido Secada a un color más alta, tales como ale pálido, Viena, Munich, y maltas aromáticas. Las maltas altamente Secada se calientan seco (310% de humedad) a bajas temperaturas (120-160 ° F / 50-70 ° C) para retener sus enzimas diastáticas. Aromatic y la malta Munich están Secada a temperaturas más altas que las maltas base (195-220 ° F / 90-105 ° C) para producir sabores ricamente malta y bready. Sólo reacciones de Maillard están involucrados; reacciones de caramelización se producen a temperaturas más altas. El pH de congresos puré de estas maltas se reduce en un par de décimas de la de la malta baja. [1](#) La temperatura de curado más alta

reduce o elimina microflora productoras de ácido.

maltas caramelo se producen por calcinación malta verde, es decir, malta que no se seca por estofar después de la germinación. Estas maltas se ponen en un horno de tostación y guisadas en el rango de sacarificación de 150-158 ° F (65-70 ° C) hasta que la conversión del almidón se lleva a cabo dentro de la cáscara. Despues, estas maltas se tuestan a temperaturas más altas de 220.320 ° F (105-160 ° C), dependiendo del grado de color deseado. El calentamiento a estas temperaturas provoca tanto caramelización y reacciones de Maillard. El color máxima alcanzable es de aproximadamente 150 SRM o 300 EBC.

malta de color

Históricamente, el color de la cerveza y maltas se calificó como grados Lovibond (° L). JW Lovibond era un fabricante de cerveza y el hijo de cerveza de Greenwich, Reino Unido. Creó el Tintometer® en 1883 y consistió en portaobjetos de vidrio de distintos tonos que pueden ser combinados para producir una gama de colores. Lovibond determina el color de malta mediante la realización de un puré de congresos (un método estandarizado) de la malta y el uso de su

sistema de medición del color del mosto. Este sistema fue posteriormente modificado para la Serie 52 Lovibond Escala, que consistía en diapositivas o soluciones para calificaciones específicas Lovibond individuales, pero el sistema sufrió de inconsistencia debido a la decoloración, etiquetado incorrecto, y el error humano. En 1950, la Sociedad Americana de Químicos de cervecería (ASBC) aprobó la utilización de la óptica

espectrofotómetros para medir el absorptance de una longitud de onda específica de la luz (430 nanómetros) a través de una muestra de tamaño estándar. Un mosto / cerveza más oscuro absorbe más luz, y devuelve un número mayor.

Este método permitió la medición consistente de

muestra y el patrón

Método de Referencia (° SRM) para determinar el color nació. El método SRM se estableció originalmente para aproximar la escala Lovibond Serie 52 y las dos escalas se consideran casi idénticos para la mayoría de su gama. La escala Lovibond Serie 52 está todavía en uso hoy en día,

en forma de precisión visual

comparadores y fotómetros. El uso de comparadores Lovibond es más frecuente en la industria cervecera

para la determinación de la calificación de maltas oscuras / tostados, y por lo tanto el color de maltas se discutido como ° L, mientras que el color de la cerveza se suele discutido como ° SRM, aunque la base (absorción a 430 nanómetros) es el mismo.

Antes de 1990, la Convención Europea Brewing (EBC) utilizó una longitud de onda diferente para medir absorptance, y la conversión entre los dos métodos era una aproximación. Hoy en día, la escala EBC utiliza la misma longitud de onda para la medición. El factor de conversión para el color de la cerveza calificación

es

EBC = 1,97 x ° SRM, o aproximadamente el doble de la ° calificación SRM.

maltas tostadas incluyen ámbar, marrón, chocolate, malta y negro. Estas maltas comienzan verde como las maltas caramelo anteriores, pero se Secada a un menor porcentaje de humedad (5-15%) antes de asar. maltas Amber se producen por calcinación totalmente cocidos a malta ale pálido a temperaturas de hasta 335 ° F (170 ° C). Estas temperaturas dan la malta tostada su característica, bizcocho (cookie), y sabor a nuez. maltas de color marrón se tuestan más de

maltas de color ámbar, pero a temperaturas más bajas, y lograr un sabor tostado oscuro muy seco, con el color igual a la de las maltas caramelos.

malta chocolate comienza con más humedad antes de asar que la malta de color marrón, pero menos de caramelo. El proceso de tostado comienza a aproximadamente 165 ° F (75 ° C) y se aumenta de manera constante a más de 420 ° F (215 ° C), donde se desarrolla la malta

achocolatado sabores. Algunos la licenciatura de caramelización se produce, pero la mayoría de los sabores son a partir de reacciones de Maillard y cierto grado de pirólisis (carbonización controlada). (patente) Negro maltas se tuestan a temperaturas ligeramente más altas de 428-437 ° F (220-225 ° C) que producen sabores de café-similares. cebada asado se produce de una manera similar, pero la diferencia es que nunca es malteada, para empezar. Una vez más, la mayoría de los sabores provienen de las reacciones de Maillard y pirólisis.

La acidez de malta

El mecanismo principal para la caída del pH (por ejemplo, 8 a 5,8) en un puré que consiste únicamente en maltas de base parece ser reacciones de calcio de tipo fosfato, y el efecto de Maillard acidez de reacción,

Si alguna, es pequeño. Sin embargo, el

melanoidinas y ácidos orgánicos parecen ser una significativa factor en purés la incorporación de un alto porcentaje de maltas especiales. Además, los experimentos han demostrado que aparentemente hay sólo dos tipos de maltas especiales, no tres, en términos de acidez a base de Maillard: secada al horno o asada (o tostado y no tostado). La diferencia se produce durante el tostado, cuando el color de los productos de Maillard cambia de rojo a marrón. La transición parece estar en el rango de 325 a 355 ° F (~ 165 180 ° C),

correspondiente a las temperaturas de procesamiento más altas para maltas altamente Secada y caramelo, y las temperaturas más bajas para maltas tostadas. Este cambio es visualmente evidente cuando mostos están hechos de diferentes maltas especiales a la misma SRM o valor de color EBC.

Ver

[Figura 15](#) para un cuadro de mosto preparado por Briess malteado y Ingredientes Co., tal como se presenta en la Conferencia Cerveceros Craft 2008 en San Diego, CA. La imagen muestra un cambio dramático en la tonalidad de izquierda a derecha, de color amarillo / rojo a marrón como la transición maltas de Munich a caramelo de chocolate para negro. Esta transición está soportado por el trabajo de Coghe et al., [2,3,5](#) que muestran que el molecular

en peso (Mw) de los productos de reacción de Maillard cambian con la cantidad de calor aplicado. Específicamente, que el bajo peso molecular (<7 kDa) colorantes amarillos forman primero, segundo rojo (también <7 kDa), y que éstos están aparentemente consumidos o transformados en compuestos de peso molecular más alto (> 100 kDa) a las temperaturas más altas asociadas con asado maltas.

Nota: kDa significa kilo-Dalton. La unidad de Dalton es sinónimo de unidad de masa atómica (u) y se define como ser 1/12 de la masa del isótopo de carbono 12. Para más información, ver

[Apéndice A](#)

Tabla de contenido 7-acético como función de malta de color

Tipo de malta	Mosto Color (unidades EBC)	Ácido acético (ppm)
Pilsner	5	25
caramelo	19	56
caramelo	25	63
Color (secada al horno)	37	69
caramelo	79	66
caramelo	110	165

caramelo	240	75
asado	610	36

Fuente: Coghe, S., et. al, *Impact of Dark malts especializadas en Extract Composición y Wort Fermentación, J. Inst. Elaborar cerveza. 111 (1): 51-60, 2005.*

Tabla 8: Congresos puré de pH varía en función del tipo de malta Nombre de malta

			Composición	Congreso
	Tipo de malta	Hierba de color - SRM (conversión de EBC)	Congreso Wort (con malta base)	Mash pH
malta Pilsner 1	malta baja	2	100%	5.96
malta melanoidinas 1	Secada	28	50%	5.50
Cara-malta Aroma® 1	caramelo	228	50%	5.08
malta Carafa® 1	asado	558	50%	5.18
malta Pilsner 2	malta baja	4.5	100%	5.79
malta melanoidinas 2	Secada	31	50%	5.32
Cara-	caramelo	198	50%	4.93

malta

Aroma® 2

malta asado 450 50% 5.10

Carafa® 2

Fuentes: 1 Coghe, S., et al, Fraccionamiento de color de Maillard productos de reacción de oscuro especializados maltas, J. Am. Soc. Elaborar cerveza. Chem. 62 (2): 79-86, 2004.

2 Coghe, S., et al, Impact of Dark maltas especializadas en Extract Composición y Wort Fermentación, J. Inst.

Elaborar cerveza. 111 (1): 51-60, 2005.



Figura 15-Cada columna de mosto se preparó a partir de una sola malta, de izquierda a derecha - Munich 10, caramelo 20, caramelo 60, caramelo 120, chocolate y negro, a los valores SRM de 30, 20,

10, 2 (descendente de la columna). Notar el cambio visual en el tono y la densidad de izquierda a derecha como las maltas cambian grado de secado al horno y asar. (Briess malteado, 2008. Usado con permiso.)

Hierba de pH en función del tiempo y asar
Temperatura

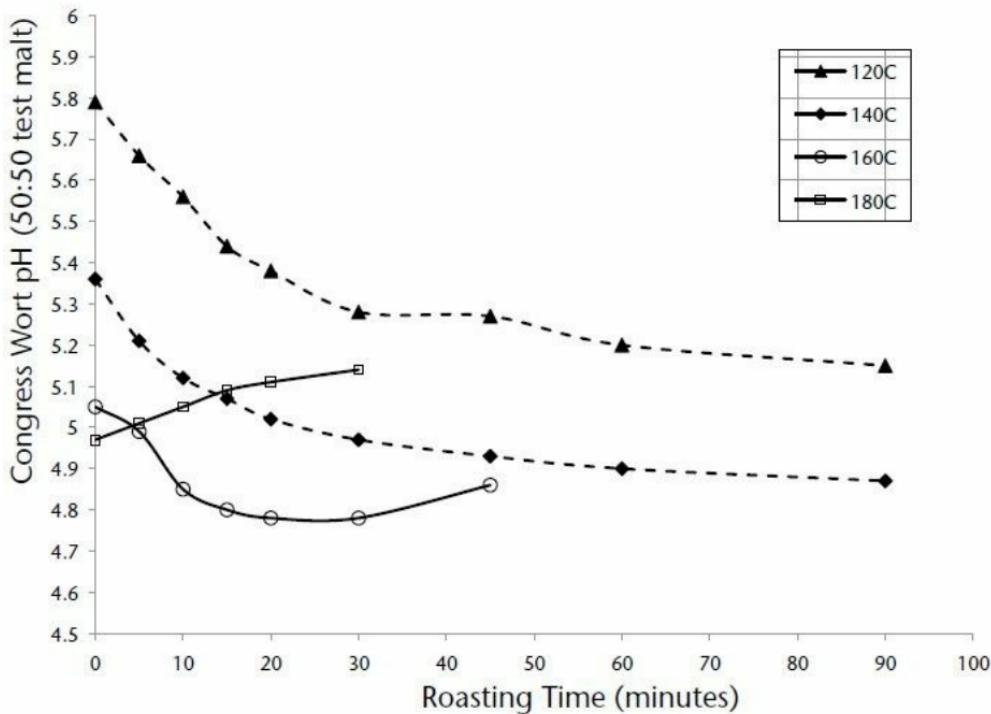


Figura 16-Esta gráfica muestra la disminución en el Congreso mosto pH con el tiempo asado a la temperatura especificada. Las muestras de malta Todo empezó como el mismo lote de malta baja, con un pH de 5,98 congreso puré. muestras derivadas de la malta se calentaron a una velocidad constante a la temperatura de ensayo a partir de la sacarificación. Estas curvas de inicio ($T = 0$) cuando las muestras de malta alcanzado la temperatura de tostado especificado. Las muestras de la malta se retiraron en los intervalos indicados y el pH se midió en un puré congreso (50% de la muestra base / 50%). Es notable que el pH puré disminuyó con un aumento en el tiempo y la temperatura de tueste hasta el punto de 30 minutos a 160 ° C, en cuyo punto se aumentó posteriormente. Del mismo modo, los datos para asar a 180 ° C muestra un pH $T = 0$ puré de 4,97, más alto que el último

160 ° medición C (4.86), que es consistente con la tendencia de una disminución de la acidez como la temperatura de tostado se eleva a través de la gama de 165-180 ° C.

Fecha de Vandecan 8 .

—

Además, el trabajo por Coghe et al. 6 en 2004 demostraron que las formas de ácido acético durante las reacciones de Maillard, y la cantidad de ácido en las diversas maltas sigue la misma tendencia que los pesos moleculares de los productos de reacción. En otras palabras, la acidez aumenta con la malta, de color para las maltas Secada y caramelo, pero disminuye en maltas tostadas. Ver Tabla 7 . Ya sea que esta disminución es debida a la evaporación o la incorporación en otras reacciones de Maillard a estas temperaturas más altas no se conoce.

El punto es que los productos de reacción de Maillard física y químicamente cambian como resultado de un cambio de estofar a temperaturas de tostado. Curiosamente, esta transición se ve en mediciones de pH para los mostos también. Nota de Tabla 8 que el pH aumenta a medida que las subidas de color de malta 198 a 228 a 450 a 558 SRM. Otros investigadores como Troester 2 y Bies 9 et al. También se han observado este cambio.

—

—

Una discusión de malta acidez y la alcalinidad

A malta que se triturada con voluntad agua destilada *en general* estabilizarse en o cerca de un pH típico para ese tipo de malta. Esto se llama el 'agua desionizada pH' (DI pH). El pH DI para maltas base es generalmente en el rango de 5.6-6.0, aunque, dependiendo de una variedad de cebada y de malta factores, puede ser inferior. El pH DI de las maltas base de color más bajas (es decir, 1-3 SRM, 2-6 EBC) es impulsado principalmente por reacciones de fosfato de calcio, incluyendo la enzima fitasa. maltas base de color superiores, tales como ale pálido, Viena y Munich 10, a menudo tienen una DI menor pH (ex. 5.5 a 5.6), debido a una pequeña cantidad de melanoidina acidez. (Melanoidina acidez se discutirá más adelante en esta sección.) A malta base que tiene un pH DI mayor que el pH puré objetivo es alcalino. Recuerde, la alcalinidad se define como la cantidad de ácido (en mEq) que se requiere para cambiar el pH de una sustancia a un punto final de pH más bajo. En el caso del sistema de carbonato,

estándar).

En el caso de un puré, el punto final de pH es el objetivo pH puré, tal como 5,4. Por lo tanto, si un malta base tiene un DI pH de 5,7, se considera para ser alcalina en comparación con la diana (ex. 5.4). La alcalinidad de la malta se mide por titulación, es decir, la adición de cantidades medidas de ácido o base para alcanzar un punto final definido. A medida que se añaden el ácido o base, el pH de la solución va a cambiar como una función de los miliequivalentes añadió. Si traza el cambio en el pH como una función de las adiciones de ácido o de base (mEq), la pendiente de la curva es la capacidad amortiguadora de la sustancia.

Por lo tanto, la alcalinidad o la acidez de una sustancia es igual a la variación total de pH multiplicado por la capacidad de amortiguación.

$$\text{Acidez / Alcalinidad} = (\text{pH pt fin} - \text{pH Malta DI}) \times \text{Capacidad del búffer}$$

Las unidades para la alcalinidad de malta y la acidez son miliequivalentes por kilogramo (meq / kg). Las unidades de capacidad de tamponamiento son mEq / (pH • kg). Si se multiplica la capacidad de amortiguación por el cambio en el pH, las unidades de pH

cancela, y se quedan con mEq / kg. Esto es muy importante: la acidez o alcalinidad de una sustancia se define por la *cambio en el pH* por la sustancia de *capacidad de buffering*, o resistencia al cambio de pH. No se puede hablar de la acidez o alcalinidad de una sustancia sin saber o indicando el intervalo de pH para calificarlo. Es como tratar de comparar desplazamientos entre el hogar y la oficina sin conocer las diferencias en la distancia; si sólo saben los límites de velocidad, que realmente no se sabe cuánto tiempo cada ruta le llevará.

La capacidad de tamponamiento de agua o mosto se puede cuantificar de manera similar a la de maltas, siendo la única diferencia el uso de litros en lugar de kilogramos. Puede convertir entre litros y kilogramos de solución una vez que se conoce la densidad de la solución. Volumen X Densidad = Peso.

maltas especiales, por el contrario, tienen un pH DI que es menor que el pH DI de maltas base, y en general es menor que el pH objetivo puré. Los pH DI para maltas especiales suelen oscilar entre 4-5,5, dependiendo del tipo. En general, el pH DI de maltas especiales disminuye con

el aumento de malta, de color, pero esa tendencia no es consistente. El hecho de que su pH DI está generalmente por debajo del intervalo de pH objetivo puré hace ácida en comparación con maltas base. Lógicamente, se puede ver que si había dos maltas, una malta base con DI pH de 5,7, y una malta de especialidad con un pH de 5.1 DI, y que la misma cantidad de puré de ellas con agua destilada; se podría esperar que la alcalinidad de la malta baja para ser equilibrado por la acidez de la malta especialidad. Se podría esperar que el pH puré se asentaría en el medio en el 5,4, suponiendo que las capacidades amortiguadoras de las dos maltas son iguales. En general, se trata de cómo se determina en realidad el pH puré, aunque no son por lo general más maltas y hay que tener la capacidad de amortiguación del agua en cuenta también. Esto nos lleva de nuevo a nuestra analogía sobre la comparación de desplazamientos: las capacidades de tamponamiento de las diversas maltas no son iguales y que no son constantes. Es probablemente más fácil (o más rápido si se quiere) para una malta de moverse a través de un rango de pH específico que el otro. Así, los dos maltas en nuestro ejemplo probablemente no encontrarse en el medio en el 5,4. De hecho, la capacidad amortiguadora de maltas especiales tiende a ser más alta que la de las maltas base, por lo que es

más probable que el pH puré sería ubicarse en 5,3 o 5,2, que en 5.4.

maltas especiales deben su acidez a productos de reacción de Maillard (es decir, melanoidinas, ácido acético, etc.) creados durante el proceso de secado al horno y asar. Acidulada o “sauer” maltas son aún más bajas, típicamente en el 3-4

intervalo de pH debido al ácido láctico y / o mosto deteriorado que se añade a la malta antes del secado.

Hasta la fecha, se han llevado a cabo dos estudios separados para caracterizar el pH DI puré de los diferentes tipos de malta. La primera se llevó a cabo por Troester.² El segundo se llevó a cabo por Bies et. Alabama.⁹ Ambos estudios intentaron definir tanto el pH puré DI para los diferentes tipos de malta, la capacidad amortiguadora de las maltas, y para buscar un vínculo entre el color de malta y estas propiedades. El procedimiento de maceración fue diferente entre los estudios, sin embargo. Troester utiliza un solo puré de infusión con una relación agua-a-grist de 4 a 1, mientras que el estudio Bies utiliza el procedimiento ASBC Congreso Mash, y esto puede explicar algunas de las diferencias en los resultados.

El procedimiento experimental en el estudio Bies constaba de maceración 75 gramos de cada uno de malta, y titulando usando 10 mililitros en un momento de una solución de hidróxido de sodio 0,1 N a un pH 7 punto final. El pH se midió a la temperatura, generalmente entre 150 ° y 130 ° F como enfrió la muestra durante la titulación. La acidez de las maltas en el estudio Bies después se volvieron a calcular utilizando un punto final de pH 5,7 en lugar de 7 a una mejor comparación con los datos Troester. Un par de suposiciones se hicieron en la configuración y el análisis de estos experimentos. Se supone que:

- La capacidad tampón de una malta es lineal y constante, es decir, que se calcularía la misma pendiente si el pH a 7 frente a 5,7. De hecho, este no es el caso, como se verá.
- La base para la comparación de la acidez de malta era 5,7 pH. Los datos de laboratorio para la malta DI puré pH, capacidad de malta tampón, y la malta acidez / alcalinidad fueron asumidos para ser representativa para todas las condiciones normales de puré. Esta es una gran generalización. Por ejemplo, el pH DI puré de cualquier malta particular, gradualmente

disminuir con el tiempo después de la huelga ya que el agua huelga necesita tiempo para penetrar, disolver y liberar todos los constituyentes. El puré DI pH “estabiliza” al disminuir drásticamente la tasa de cambio. Por lo tanto, el cambio de pH en realidad no puede detenerse durante la duración de la prueba. Además, la acidez de malta se deriva de una variedad de ácidos, cada uno de los cuales tiene una o más constantes de acidez (PK), que varían con la temperatura. Por lo tanto, el efecto de la especialidad acidez malta y capacidad de amortiguación en DI puré pH también depende de la temperatura puré. Un laboratorio tendría que hacer varias mediciones a diferentes temperaturas (, resto glucano beta frío, resto de proteína, sacarificación de descanso) para cuantificar correctamente el comportamiento de una malta particular bajo la mayoría de condiciones de puré.

Un problema fundamental de estos supuestos es el hecho de que la acidez o alcalinidad de una malta depende del destino: el punto final de pH. Todas las maltas en los estudios Troester y Bies se titularon con base (hacia arriba) a un pH o 5,7 o 7 para cuantificar la acidez. Un resumen parcial de ambos conjuntos de datos se presenta en [Tabla 9](#)

para ilustrar las similitudes y diferencias entre ambos tipos de malta y muestras de malta del mismo tipo. (La importancia de la titulación de punto final no llegó a ser evidente para los autores de este libro hasta hace poco tiempo.)

Intentos de analizar estos datos condujeron a varias discusiones entre los autores y AJ DELANGE [10](#), que decidió titular cuidadosamente una base de malta, con la esperanza de descubrir la fuente de los problemas evidentes. En una valoración normal, el ácido o la base se añade a la sustancia que se valora y el cambio de pH (hacia abajo para la adición de ácido y hacia arriba para la adición de base) se registra. Una curva de vs. pH ácido añadido (es decir, teniendo en cuenta ácido base como negativo) se dibuja y se analizó. Si el analista hace varias adiciones de ácido (y construye la curva) y luego hace adiciones de base a la misma solución, de nuevo trazado el pH, las adiciones de base debe cancelar las adiciones de ácido y los valores de pH para adiciones de base deben, por tanto, volver sobre las curvas de adición de ácido. La adición de X mEq de ácido seguido de X mEq de los resultados de base sólo en la producción de X mmol de agua-ácido neutraliza la base. Delange había hecho esto en experimentos anteriores con

malta, y señaló que las curvas de valoración no se vuelven sobre sí mismos. Se atribuyó a largos tiempos de reacción (también señaladas por Troester y Bies) y la teoría de que se necesita tanto tiempo para el ácido para reaccionar completamente con la malta que las mediciones de pH hechas por técnicas convencionales no son las verdaderas (equilibrio) valores de pH. Esto fue consistente con sus observaciones en la fábrica de cerveza, que puré pH puede tomar media hora o más para estabilizarse. Por lo tanto, modificó su procedimiento de titulación para tener en cuenta el factor tiempo. En lugar de obtener puntos de pH secuencialmente en la misma muestra,

es decir, mediante la adición de grano al agua destilada, la medición de pH, adición de 10 meq / kg de ácido, la medición de pH de nuevo, la adición de 10 meq / kg, la medición de pH de nuevo, etc., hizo purés separados para cada nivel de ácido (o base) Además , y monitoreado pH con el tiempo. Por lo tanto, la primera medida para el pH DI puré (sin adiciones de ácido) se registró continuamente durante un período de 35 minutos. A continuación, un segundo puré idéntica se hizo pero con la adición de 10 mEq de ácido / kg. Una vez más, pH se controló y se registró durante 35 minutos. Este proceso se repitió para cada adición de ácido o base. A la conclusión de las titulaciones, separar

curvas se preparan a partir de los 20 minutos, 25 minutos y 30 minutos de datos de pH. Estas curvas se muestran en la [Figuras 1720](#) Y confirman que las características de titulación de malta dependen, en cierta medida, en el tiempo después de la huelga.

Una nota acerca de Medidores de pH y compensación automática de temperatura (ATC)

La temperatura afecta a la medición del pH en dos maneras: 1) la electroquímica respuesta de el cambios de electrodos con la temperatura, y 2) la actividad química de una solución (por ejemplo, el mosto) cambia con la temperatura. La sonda de electrodo del medidor de pH necesita ser calibrado con soluciones de calibración almacenados temporalmente, típicamente a valores de 4 y 7 pH. Estas soluciones están tamponadas a ser más exacta para su pH declarado a temperatura ambiente de 20-25 ° C (60-77 ° F). Sin embargo, las empresas también publican tablas que especifican el cambio preciso en el pH de la solución tampón con la temperatura.

Los medidores de pH modernos tienen una característica llamada automática

compensación de temperatura (ATC). Esta característica compensa la electroquímica respuesta cambio de la sonda con la temperatura. En otras palabras, se mantiene la calibración de la sonda lejos de la temperatura de calibración. Sin embargo, no hace nada para dar cuenta de cualquier cambio real en el pH de la solución debido a la temperatura.

El pH del mosto a temperatura puré (~ 65 ° C, 150 ° F) se sabe que es aproximadamente 0,3 inferior al del mismo mosto cuando se enfriá a temperatura ambiente (~ 20 ° C, 68 ° F). Es por eso que los fabricantes de cerveza siempre se refieren a las mediciones de pH a temperatura ambiente. Es el estándar porque cuando la escala de pH fue inventado y utilizado para el análisis de la cerveza, antes de la era de la electrónica en primer lugar, no había otra opción que medirlo a temperatura ambiente y que es la base de la comparación.

El cambio en el pH del mosto como una función de la temperatura se puede aproximar por la ecuación:

Tabla 9-parcial Resumen de malta Titulación de datos por Troester 2
y Bies 9 et al. Malta

	Fuente de malta	De color	DI	Buffer mEq	mEq de la acidez / kg
	-T Troester B	L °	pH	Capacidad / (pH • kg)	(re.)
	Bies et al.				
				5,7 pH)	La acidez es de 5,4
base	Rahr-T	2 5,56	--	--	--
2-fila					
base	Briess-B	2 5,80	40,3	16.1	16.1
2-fila					
Múnich	Weyermann-	10 5,54	35	5.6	4.9
10	T				
Múnich	Briess-B	10 5,52	36,9	15.9	4.4
10					
caramelo 20	Briess-T	20 5,22	29,6	14.2	-5.3
caramelo 20	Briess-B	20 4,81	37,6	6.7	-22.2
caramelo 40	Briess-T	40 5,02	37,6	25.6	-14.3
caramelo	Briess-B	40 4,51	46,5	41.3	-41.4

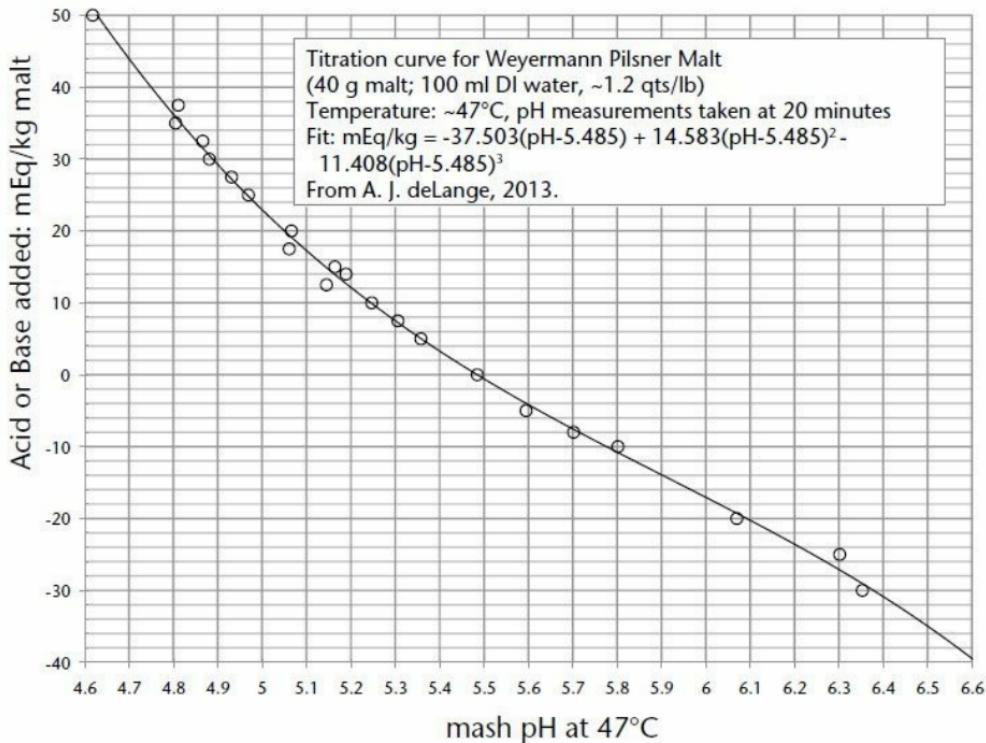
40				
caramelo 60	Briess-T	60 4,66 48,5	50.4	-35.9
caramelo 60	Briess-B	60 4,67 46,3	55.0	-33.8
caramelo 120	Briess-T	120 4,75 48,4	46.0	-31.5
caramelo 120	Briess-B	120 4,67 59,3	61.0	-43.3
cebada tostada	Briess-T	300 4,68 38,8	39.6	-27.9
cebada tostada	Briess-B	300 4,42 48,5	62.0	-47.5
malta negro	Briess-T	500 4,62 41,5	44.8	-32.4
malta negro	Briess-B	500 4,40 43,4	54.6	-43.4

-- = *datos no medido*

En la última columna, los números positivos indican que la malta es alcalina en el puré de patatas, y los números negativos indican que es ácido.

Graduada alcalinidad y acidez de Pils Weyermann

Base de malta



La figura 17-la curva de titulación para múltiples muestras de Weyermann Pils malta de Delange [10](#). Los datos de pH (círculos) ha sido ajuste de curva utilizando un desarrollo en serie de Taylor centrado en el pH DI. El pH al de adición de ácido cero es el pH DI de la malta (5,485), medida por Delange.

Una ventaja de un desarrollo en serie de Taylor para la curva ajustando los datos, como en [Figura 17](#) , Es que la derivada de la curva se calcula fácilmente. (A partir de cálculo: la derivada de un punto en una curva es, por definición, la pendiente

en ese punto, al igual que la integral de una curva es el área debajo de la curva.) Trazado de la derivada de la curva como una función de pH nos permite ver cuánto se valora la capacidad de amortiguación de los cambios de malta como la muestra. Ver [Figura 18](#) .

Los experimentos se repitieron en diferentes momentos y por dos maltas adicionales: Briess caramel 80 ° L malta, y chocolate 600 ° L malta de Crisp malteado. Los resultados son esclarecedores. Ver [Las figuras 19 y 20](#) . Los resultados confirman que el tiempo es un factor importante para el cambio de pH en el puré. En el intervalo de pH particular de un mosto típico, la acidez o alcalinidad de las maltas es aproximadamente lineal, y cualquier desviación de la linealidad podrían interpretarse como dispersión o error de datos de menor importancia, pero la no linealidad y la tendencia de estas curvas se repite una y nueve conjuntos de datos. Esto sugiere fuertemente que la acidez de malta no es lineal con respecto al pH.

Capacidad almacenamiento temporal de un Single Malt

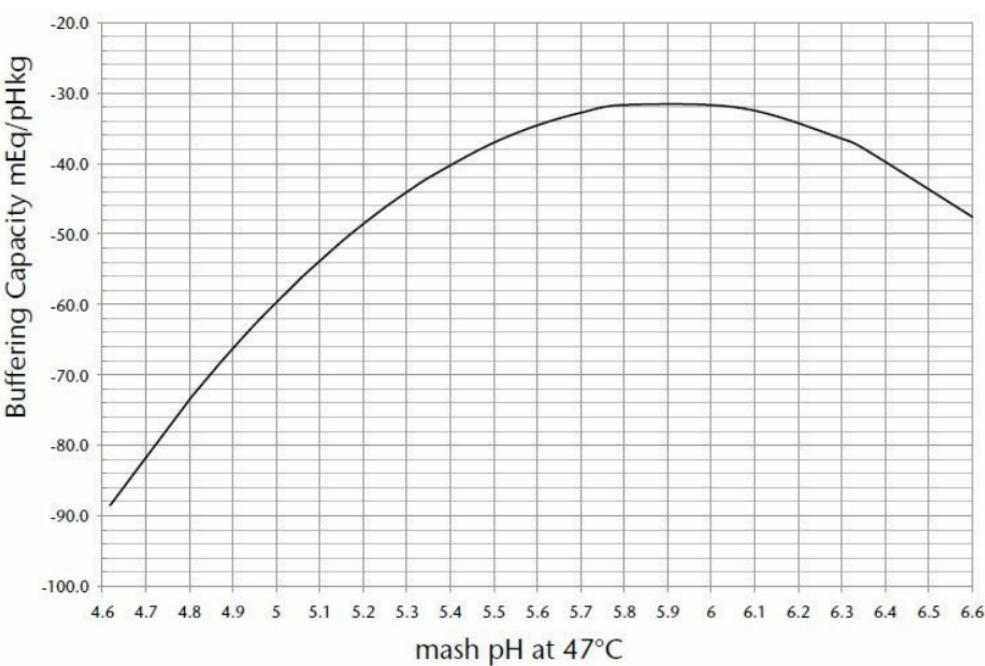


Figura 18-El cambio en la capacidad amortiguadora de la malta Weyermann Pils como una función del pH. De DELANGE 10 .



Las curvas de la [Las figuras 18 y 20](#) mostrar claramente la cantidad de cambio en las capacidades de tamponamiento de las maltas como los cambios de pH durante la valoración. Esta es probablemente la fuente más grande de la aparente variabilidad de los números de alcalinidad y acidez recalculados en la última columna de [Tabla 9](#) . El nuevo cálculo asume que la pendiente de la curva de valoración (capacidad de tampón) es la misma desde el pH DI de un malta a 5,7, ya que es a 5,4; o en el

caso de la malta base de que la pendiente por debajo de la DI pH es la misma que la pendiente por encima de la DI pH, y claramente no lo es. Por supuesto, el cambio del punto final 5,7-5,4 también cambia la magnitud de la alcalinidad o acidez de una malta. Estos efectos se ilustran más claramente en las [Figura 21](#) .

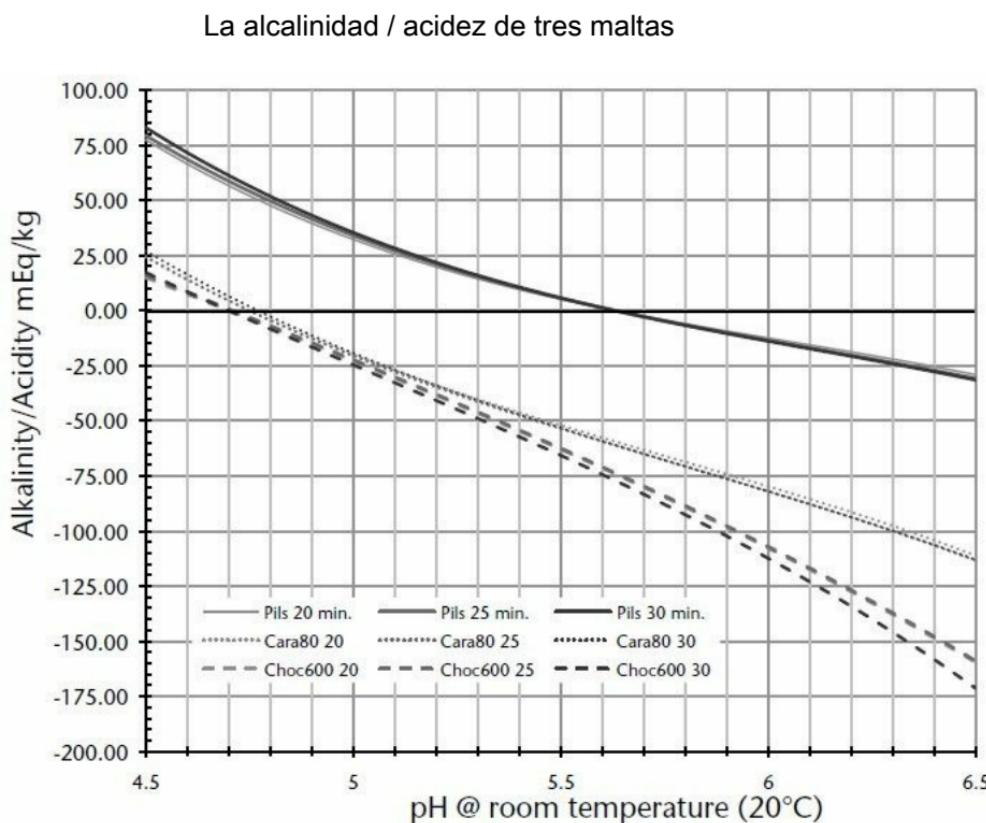


Figura 19-Esta parcela de Delange [10](#) muestra la curva de expansión ajuste Taylor para los datos. En, la no linealidad general de

las tres curvas para cada tipo de malta aumenta con el tiempo de maceración (20, 25, y 30 minutos). Es interesante observar que las curvas de acidez para el caramelo 80 ° L malta ponen bastante cerca de las curvas para el ° L chocolate malta 600 en el intervalo general de interés para pH puré (4.5 a 5.5).

Buffering capacidad de tres maltas

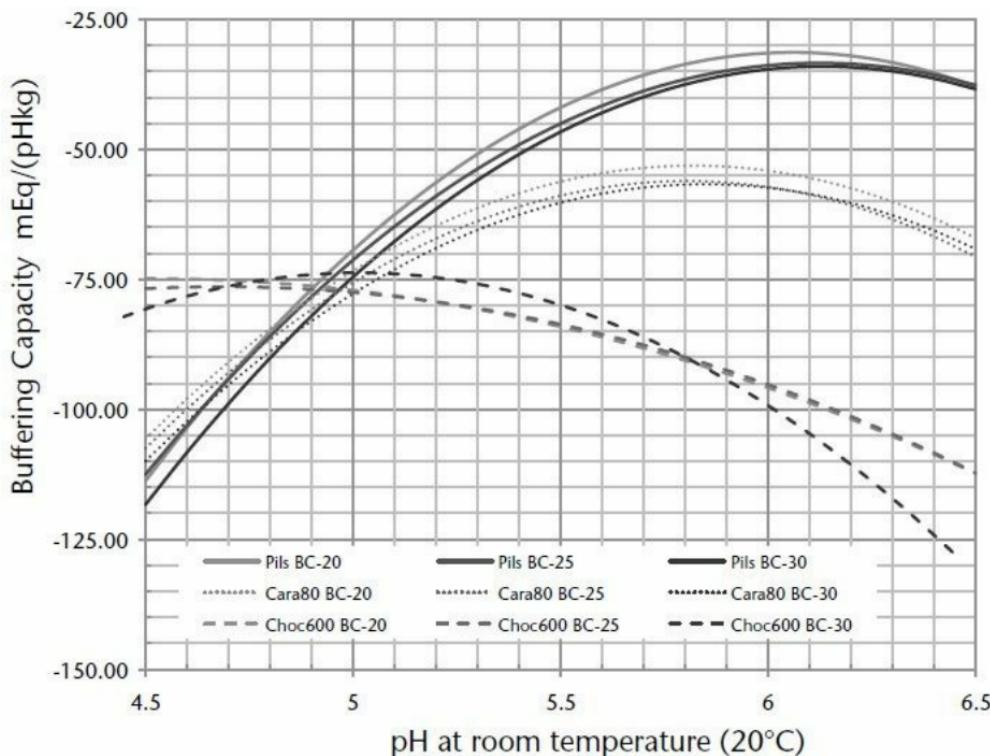


Figura 20-Las parcelas de las capacidades de tamponamiento de Delange [10](#) de los tres maltas en [Figura 19](#) . Nótese cómo el grado de cambio de la capacidad de amortiguación para cada tipo de malta generalmente aumenta con el tiempo (20, 25 maceración, y 30

minutos).

La determinación de la acidez de malta Aportes

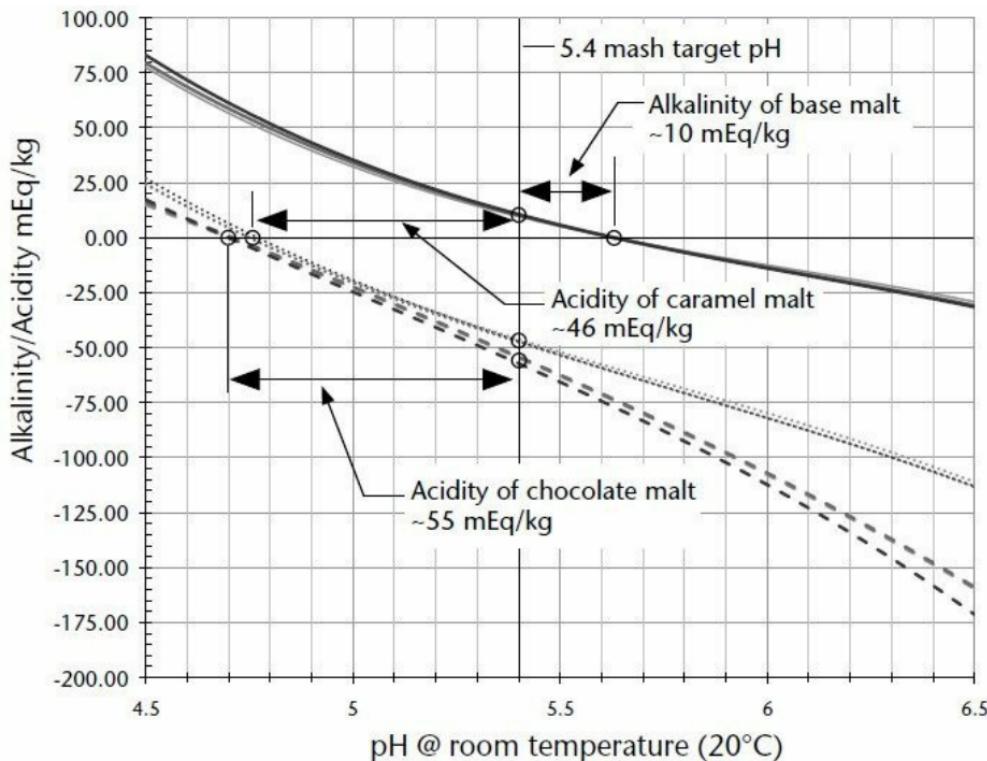


Figura 21-Determinación de malta de la acidez Contribuciones a Mash: La contribución alcalinidad o acidez de una malta se calcula a partir de su DI puré pH al pH objetivo. Un objetivo de 5.4 se muestra aquí. El objetivo podría ser sólo tan fácilmente 5.2, y que cambiaría las contribuciones de las maltas. Por ejemplo, la alcalinidad de la malta base con respecto al 5.2 sería de alrededor de 20 mEq / kg.

En este momento, los mejores conclusiones que podemos sacar de todos estos datos son los siguientes:

- La acidez titulada de los diferentes tipos de malta sigue las mismas tendencias generales en todos los estudios.
- maltas base son generalmente alcalino con respecto al intervalo de pH puré blanco de 5/2 a 5/6.
- maltas especiales son generalmente ácido con respecto al intervalo de pH puré blanco de 5/2 a 5/6.
- La capacidad de tamponamiento de un malta cambia dependiendo del intervalo de pH que está siendo valorada a través. La cantidad de alcalinidad
- o acidez que una malta tiene (mEq / kg) depende de la malta DI pH, la magnitud del cambio de pH, y la capacidad de amortiguación de la malta a través de que el cambio de pH.
- Para las pequeñas magnitudes de cambio de pH, la capacidad de amortiguación puede ser aproximado por un valor medio para la gama.
- Más datos de malta titulación de múltiples fuentes debe llevarse a cabo mediante un procedimiento común, replicado, y compilado para una mejor confianza en las tendencias de malta y parámetros generales por tipo.

La determinación de la alcalinidad del agua en el puré

El poder de tamponamiento de agua (mEq / pH • L) depende principalmente de las especies de carbonato. Sin embargo, el distribución de los cambios de especies de carbonato como una función del pH y esto cambia el número de miliequivalentes por mol. Por lo tanto, el 'alcalinidad' de los cambios de agua como una función del pH y el punto final, al igual que la alcalinidad de malta y la acidez de malta hacer.

El 'alcalinidad total como CaCO_3 ' de agua se define como la cantidad de ácido (en mEq / L) necesaria para llevar el pH a 4,3, en donde (teóricamente) toda la bicarbonato y carbonato ha convertido en ácido carbónico, y ya no es alcalina. La definición de 'alcalinidad residual' de Kolbach es que RA es igual a la alcalinidad total menos la dureza de calcio y magnesio efectivo dividido por el factor de 3,5. El problema con estas definiciones cuando se trata de la evaluación de la alcalinidad (mEq / L) de agua en el puré es que no vamos a 4,3 pH; sólo vamos a 5.4 (por ejemplo). Nuestro objetivo pH puré podría ser 5,2,

5.5, o lo que sea; el punto es que no es 4.3, pero a medida que

verá, un objetivo puré pH de 5,4 es conveniente para los cálculos.

En general, la alcalinidad del agua se puede definir como los milímoles totales por litro de especies de carbonato (C_T) multiplicado por el cargo (mEq / mmol) como una función del pH. En otras palabras:

la alcalinidad del agua (mEq / L) = C_T (mmol / L) • Carga (mEq / mmol)
a un pH específico.

Nota: El término 'carga' es otra manera de expresar el número de equivalentes por mol (o mEq / mmol) de una sustancia; por ejemplo, una carga de 1,3 = 1,3 mEq / mmol.

Para determinar el valor de alcalinidad real que ejerce el agua en el puré, necesitaremos la alcalinidad total como CaCO_3 y el pH del agua desde el informe de agua. También tenemos que elegir un objetivo pH puré, tales como 5,4. El cálculo alcalinidad del agua es similar al cálculo alcalinidad malta base mostrada en la [Figura 21](#). La diferencia es que utilizamos el pH inicial de agua en lugar de la pH DI puré para la

malta, pero ambos se calculan con respecto a la diana puré pH. Para mayor claridad, estamos introduciendo la nomenclatura "Z", de la palabra alemana "Ziel", es decir meta. Se indica que la alcalinidad de una sustancia, en particular el agua, se calcula con respecto al pH objetivo. El objetivo pH puede ser indicado por el subíndice después de la Z, por ejemplo, Z 5.4, o simplemente como 'Z pH' en la discusión general.

Nota: La nomenclatura Z se aplica a la alcalinidad de malta y la acidez, así, donde se indica la valoración a un puré pH diana en oposición a un pH arbitrario tal como 7.

El primer paso en el cálculo de la alcalinidad Z es calcular la cantidad total de especies de carbonato en el agua (C_T). Como se señaló anteriormente, la definición de alcalinidad total es los miliequivalentes de ácido por litro necesarias para mover el pH del agua a partir de (lo que fuera) a

4.3. Ese número de miliequivalentes se multiplica por el peso equivalente de carbonato de calcio (50), y se obtiene un número tal como 125 ppm como CaCO_3 . El problema es la carga o el número de equivalentes por mol de carbonato de calcio *cambios* con el pH. Por lo tanto, necesitamos

calcular exactamente cuántos moles de especies de carbonato están en solución en comparación con el / mol convención peso equivalente de 50 g.

La matemática no es difícil, pero es más fácil de explicar con un ejemplo.

Supongamos que tenemos un agua de elaboración de la cerveza con la siguiente composición:

70 Ca

15 Mg

125 alcalinidad total, ppm como CaCO_3

30 Na 60 Cl

85 SO_4^{2-}

7,5 pH

Nota: Los parámetros deben ser medidos desde el

misma muestra de agua. El uso de promedios anuales será introducir errores en los cálculos.

1. El primer paso es determinar C_T -Los moles (en realidad milimoles) de carbonatos en el agua. La alcalinidad es igual a la mmol total de especies de carbonato multiplicado por el cambio en la carga entre el pH inicial (de la

agua) y el punto final de titulación (asuma que se 4.3). Ver

Figura 22 -Charge (mEq) por mmol de carbonato de especies.

Utilizando los datos de agua en este ejemplo, la carga a pH

7,5 es de aproximadamente 0,93, y la carga a 4,3 es 0,01. (Incluso si el punto final de titulación había sido 4.4 o 4.5, el valor de carga sigue siendo aproximadamente 0,01.) Restando: -0,01 a -0,93 = 0,92 (. La alcalinidad se considera positiva para nuestros propósitos)

Esta es la carga delta (? C), y para mayor claridad nos referiremos a la carga delta de 4,3 pH como? C o (es decir, delta 'cnaught'). La alcalinidad total como CaCO_3 , por definición, es el mEq de ácido multiplicado por 50; por lo tanto, dividir la alcalinidad total por 50 para volver a mEq / L de ácido.

$$125/50 = 2,5 \text{ mEq / L}$$

Alcalinidad Total = $C_T \times ? C$ o y por lo tanto, $C_T = \text{La alcalinidad total} / ? C$

$$\text{do } T = 2,5 / 0,92 = 2,72 \text{ mmol / L (un cambio pequeño pero significativo de 2,5)}$$

2. El segundo paso es tomar C T y se multiplica por la

cambio real en la carga que el agua experimentará cuando se mueve desde el pH inicial al puré objetivo pH,? c z. Esto determinará la alcalinidad Z del agua en el puré. El uso de un Z de 5,4:

el? c z desde el pH del agua al pH objetivo puré es:

$$-0.1 - -0.93 = +0,83 \text{ mEq / mmol}$$

Por lo tanto, la Z 5,4 alcalinidad del agua en el puré es

$$2,72 \times 0,83 = 2,26 \text{ mEq / L}$$

De nuevo, esto es un cambio pequeño pero significativo en la cantidad de alcalinidad en comparación con la alcalinidad total como CaCO_3 (2,5 mEq / l). Toda la Z 5,4 contribución alcalinidad del agua al puré se obtiene multiplicando 2,26 mEq / L por el volumen de agua puré en litros.

Charge (mEq) por mmol de carbonato de Especies

Charge (mEq) per Mmole of Carbonate Species

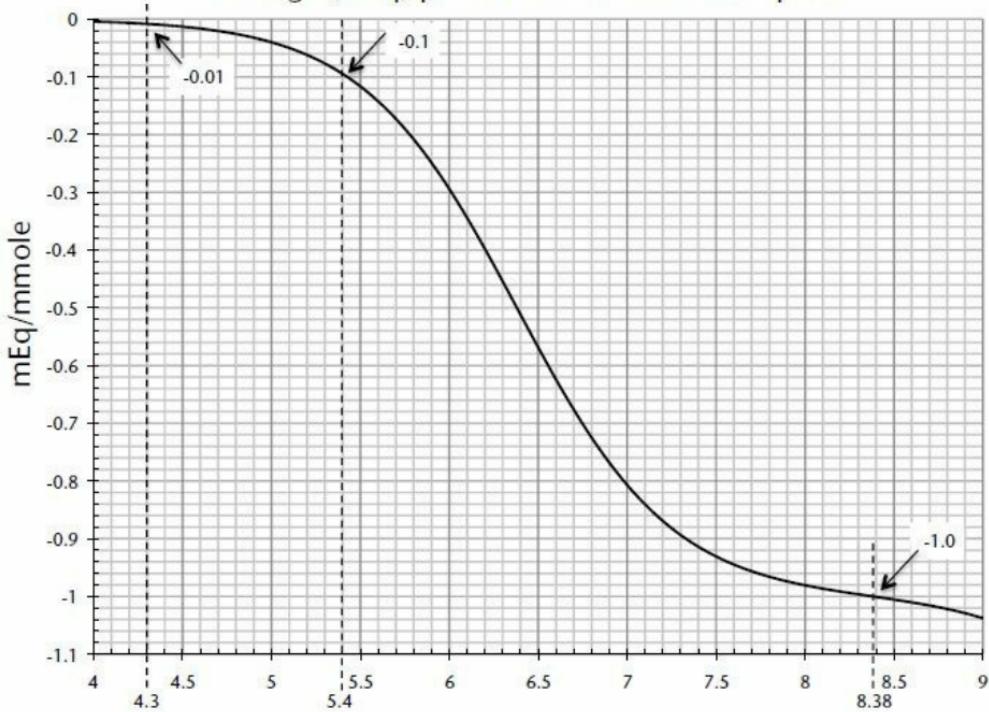


Figura 22-La curva muestra el número de mEq / mmol como una función del pH para el agua. Para utilizar la tabla, restar los valores / mmol mEq correspondiente al cambio en el pH. Por ejemplo, la contribución mEq / mmol neta de agua a pH 7, va a pH 6 sería (sobre) -0,3 a -0,8 = 0,5 mEq / mmol (positivo porque representa alcalinidad). La alcalinidad Z es igual a la variación neta de carga (Δcz) multiplicado por el número de milimoles de carbonatos totales (CT).

Presentación de Z residual Alcalinidad (Z RA)

En esencia, la alcalinidad residual Kolbach necesita estar

recalculado usando la alcalinidad Z que hemos calculado en el apartado anterior. La forma de la ecuación Kolbach para la alcalinidad residual todavía se aplica, pero con la sustitución del nuevo valor de Z alcalinidad. El efecto del calcio y el magnesio no ha cambiado, aunque, como se verá en la siguiente sección, que tiene sentido para calcular todos los términos como mEq / L, en lugar de 'como CaCO₃'. La ecuación para Z RA es:

$$Z \text{ RA} = Z \text{ alcalinidad} - (\text{Ca} / 3,5 + \text{Mg} / 7)$$

Volviendo a la composición del agua utilizada en el ejemplo hasta el momento, la concentración de calcio es 70 ppm y la concentración de magnesio es de 15 ppm. Estas concentraciones convierten por sus pesos equivalentes a 3,5 mEq / L de Ca y 1,24 meq / l de Mg, respectivamente. La aplicación de estos a la ecuación nos da:

$$Z \text{ 5,4 RA} = 2,26 \text{ mEq / L} - (3,5 / 3,5 + 1,24 / 7) = 1,08 \text{ mEq / L}$$

alcalinidad residual para un pH puré objetivo de
5,4.

La hipótesis para predecir el pH del puré

La base para predecir el pH de puré es que los protones, o total

cargos, se conservan. En otras palabras, el pH puré se asentará donde la carga total positiva es equilibrada por la carga negativa total. Un ácido es un donador de protones, y una base (es decir, la alcalinidad) es un absorbente de protones. Por lo tanto, el pH puré se asentará cuando el importe total de la alcalinidad en el puré se iguala por la cantidad total de la acidez. Determinar el pH puré particular cuando esto ocurre para cualquier puré particular puede ser tedioso, pero no complejo. Es simplemente una cuestión de prueba y error-la elección de un pH de punto final, la determinación de la correspondiente pH delta para cada componente, el cálculo de la alcalinidad o acidez de cada componente de la capacidad de amortiguación de cada uno, y sumando los mEq / L, positivo y negativo, para tratar de llegar a cero.

La predicción puede abordarse desde la otra dirección, así, donde en lugar de encontrar el pH puré de que satisface la condición de suma cero, elige el pH puré objetivo y suministrar cualquier cantidad necesaria de carga con la adición de un ácido fuerte o una base para la puré de suma cero del total.

Estos son los componentes para estimar el pH puré. Los alcalinidades y acideces Z de malta, que consiste en:

- objetivo puré pH (Z pH); DI puré
- pH de cada malta;
- capacidad de amortiguación de cada malta para el intervalo de pH de cambio para cada malta, o curvas, tales como **Figura 21** , Que muestran el cambio en la alcalinidad / acidez como una función del pH;
- y el peso de cada malta en kilogramos. La RA Z del agua de escaldado, que consiste en: objetivo pH puré (Z pH); pH inicial de agua de infusión; alcalinidad Z del agua;
-
-
- las concentraciones de calcio y magnesio en mEq / l; y el volumen de agua de infusión en el puré.

La metodología básica para predecir el pH de puré de maltas y el agua es de suma cero los diversos alcalinidad y acidez, al igual que la suma de los miliequivalentes la hora de determinar la validez de un perfil de las aguas. Como se señaló anteriormente, la alcalinidad es considerado como positivo negativo y acidez. El factor Z RA también se puede dividir en su alcalinidad Z y calcio, componentes de magnesio para la suma, si el fabricante de cerveza quiera.

1. Iniciar desde el destilada pH puré de agua de la malta base.
2. Determinar su objetivo pH y determinar la contribución alcalinidad de la malta base como se muestra en [Figura 21](#) .

3. Multiplicar el peso de la base de malta en kilogramos por el valor de alcalinidad de la malta. Esta es su alcalinidad total malta baja para superar.
4. Calcular la C T y Z alcalinidad de la elaboración de la cerveza agua. Calcular la RA Z en mEq / L. Multiplicar el Z RA por el volumen total de agua puré en litros. Agregar este valor a la alcalinidad de malta base. Tenga en cuenta que el Z RA puede ser negativo.
5. Determinar la contribución de acidez (en mEq) de cada una de las maltas especiales (masa x mEq / kg) en la receta, como se demuestra en [Figura 21](#) . Tenga en cuenta que Viena y Munich [contribuciones](#) de malta, por ejemplo, pueden ser alcalino con respecto al pH objetivo.
6. Determinar la suma de los miliequivalentes, alcalinidad vs acidez. La suma será ya sea positiva o negativa. Un valor positivo significa que el pH se asentará en un valor mayor que el objetivo, y viceversa.

Usted tiene dos opciones en este punto: a) se puede añadir el número de mEq necesario suma cero los meqs con un ácido o base fuerte para golpear el pH objetivo, o b), puede intentar un pH objetivo diferente (mayor o menor, dependiendo) y ejecutar a través del método nuevo para tratar de determinar la suma cero pH.

El resultado final de todo esto es que a menudo es más práctico simplemente armar una escala reducida “puré de prueba,” medir el pH, y ajustes en el plan de allí. Esto puede tomar la diversión fuera del proceso de diseño para muchas personas, pero es más difícil de discutir con los resultados.

referencias

1. Bamforth, C. “pH en Brewing: una visión general.” *MBAA*

Tech Quart., 38 (1), 1-9, 2001.

2. Troester, K “El efecto de la elaboración de la cerveza y agua Grist

Composición en el pH del puré “.

www.braukaiser.com 2009.

3. Coghe, S., et al. “Caracterización de Especialidad Oscuro

Maltas: Nuevos conocimientos en materia de evaluación del color y pro y

Actividad antioxidante.” *Mermelada. Soc. Elaborar cerveza. Chem.*

61 (3): 125-132, 2003.

4. Coghe, S., et al. “El fraccionamiento de los productos de reacción de Maillard coloreados de oscuro maltas especiales.” *Mermelada. Soc. Elaborar cerveza. Chem.* 62 (2): 79-86, 2004.

5. Coghe, S., et al. “Sabor sensorial e Instrumental

Análisis de la hierba elaborada con maltas oscuras especializadas “.

J. Inst. Elaborar cerveza. 110 (2): 94-103, 2004.

6. Coghe, S., et al. “Impacto de las maltas oscuras especializadas en

Composición y extraer mosto de fermentación “. *J. Inst. Elaborar cerveza.* 111 (1): 51-60, 2005.

7. Coghe, S., et al. “Características Desarrollo de Maillard reacción relacionada Durante malta tostado.” *J. Inst. Elaborar cerveza.* 112 (2): 148-156, 2006.

8. Vandecan, S., et al. “Formación de sabor, color, y

La reducción de energía durante el proceso de producción de maltas oscuras especializadas “. *Mermelada. Soc. Elaborar cerveza. Chem.*

69 (3): 150-157, 2011.

9. Bies, D., Hansen, R., Palmer, J. “malta titulaciones y

Mash pH predicción."Inédito, Briess malta y Ingredientes Co., 2011-2012.

10. Delange, AJ, wetnewf.org/pdfs/estimating-mash-ph.html 2013.

La alcalinidad controlar

La Declaración de la falta de adherencia

Cuando en el curso de los acontecimientos elaboración de la cerveza, se hace necesario que los fabricantes de cerveza para disolver los enlaces químicos que lo han ligado con agua alcalina, y asumir entre las potencias de la tierra, la estación separada e igual a la que el

leyes de sacarificación y la fermentación le dan derecho, un justo respeto a las opiniones de el Reinheitsgebot exige que declare las causas que lo impulsan a la separación.

Sostenemos que estas verdades son evidentes: que todos los purés no son iguales,

que son dotados por su creador con ciertas propiedades inalienables; que entre éstos están la molienda, el pH y la eventual búsqueda de la Hoppiness.

Que para garantizar estos derechos, las prácticas de elaboración de la cerveza se instituyen entre los hombres, derivando sus parámetros consentimiento de los eruditos,

Que siempre que cualquier forma de ingrediente o práctica se haga destructora de estos fines, es el derecho de la cafetera a reformarla o abolirla e instituir nuevas prácticas, que pone su funde en dichos principios, ya organizar sus poderes en la forma que a ellos les parezca más probable para optimizar su pH y el rendimiento. Prudencia,

claro está, aconsejará que la cerveza de larga data no debe ser cambiado para la luz y las causas transitorias; y en efecto, toda la experiencia ha demostrado que los cerveceros están más dispuestos a

sufrir, mientras que los rendimientos sean tolerables, que a hacerse justicia aboliendo las formas a las que están acostumbrados. Pero cuando una larga serie de pH alto y bajo rendimiento, dirigida invariablemente al mismo cerveza pone en evidencia una receta de la mediocridad absoluta, es su derecho, es su deber, derrocar tales prácticas, y para proporcionar nuevas directrices para su futura prosperidad.

Tal ha sido el paciente sufrimiento de estas fábricas de cerveza; y tal es ahora la necesidad que los constriñe para alterar su ex adhesión a Reinheitsgebot. La historia de la totalidad de malta, lúpulo, agua y levadura es una historia de repetidos fallos y transgresiones, a la vez que tiene el objetivo directo

el sostenimiento de providencia absoluta dentro de este sistema. Para probar esto, sometemos los hechos de un mundo imparcial.

- *Que el pH puré preferida está en el*

- Que el pH puré preferida está en el rango de 5.2 a 5.6.
- Que el agua pH desionizada de maltas de base varía típicamente de 5.6-6.0, dependiendo de muchos factores tales como la variedad, el medio ambiente de malteado, y la temporada.
- Eso alcalinidad debido a carbonato, bicarbonato, y ácido carbónico actuará para elevar el pH puré lejos de su valor de agua (normal) desionizada. Que, en ausencia de altos niveles de calcio,
- magnesio, débilmente tampones ácidos en maltas especiales de colores, o los productos de desecho de bacterias lactobacilos, el pH puré no bajará sí mismo con el valor objetivo. Nosotros, de diversas maneras,

los miembros de el
elaboración de la cerveza de la comunidad, apelando al sentido común del mundo para el

rectitud de nuestras intenciones, no publican solemne y declaran, que estos son los fabricantes de cerveza, y por derecho deben ser, libre e independiente

pensadores; ese son

libres de toda lealtad a la Reinheitsgebot, y que todas las contribuciones entre ellos y su suministro de agua, son y debe ser totalmente disuelta; y que los cerveceros como libres e independientes, tienen pleno poder agregar ácido, reducir la alcalinidad, cambiar la mezcla de granos, establecer el pH deseado, y hacer todos los demás actos y cosas que parecen ser lo correcto a hacer. Y para el apoyo de

esta

declaración, con una firme confianza en la protección de adivinar providencia no obstante, empeñamos mutuamente nuestras vidas, nuestras fortunas y nuestro sagrado honor, ya sean como quieran.

En este capítulo, vamos a tratar específicamente los métodos para controlar la alcalinidad y la química detrás de ellos.

Muchos fabricantes de cerveza son un poco reacios a aprender química, y prefieren confiar en la providencia que Dios nos ama y quiere que tengamos la cerveza. Pero, como se atribuye a Thomas Jefferson, "Soy un gran creyente en la suerte, y me parece que cuanto más duro trabajo, más suerte tengo." En otras palabras, puede confiar en la providencia divina que sacrificación y gran sabor de la cerveza se producen de forma natural, o puede trabajar para mejorar las probabilidades de que ocurran.

Una cosa que necesitamos recordar que los fabricantes de cerveza es que estamos tratando de controlar o reducir la alcalinidad, dureza no. Muchos de los anuncios para el agua común tratamiento procesos hablan de la eliminación de la dureza temporal o permanente reducir la dureza como la meta. A medida que los fabricantes de cerveza, por lo general no queremos reducir o eliminar la dureza de nuestra alcalinidad-elaboración de la cerveza sólo agua. (El agua de proceso es una harina de otro costal).

La reducción de la alcalinidad

El agua más difícil de preparar con agua es altamente alcalino. La alcalinidad aumenta el pH puré lejos del rango objetivo de 05.02 a 05.06, en detrimento de las reacciones que queremos

en la cuba de puré. A menudo se ha observado que los estilos de cerveza que conocemos hoy surgió de una combinación del agua disponible para los fabricantes de cerveza de antaño y los métodos que tomaron para combatir la alcalinidad de que el agua. Algunos cerveceros se basó en la acidez de las maltas Secada o asadas o inventados métodos de maceración y elaboración de la cerveza únicas para bajar el pH puré. Algunos aprendieron para eliminar la alcalinidad por los métodos que vamos a discutir aquí. Vamos a examinar estos métodos, a su vez, desde el más sencillo al más complicado.

La dilución con agua del RO

El método más simple disponible en la actualidad para reducir la alcalinidad del agua es para diluirlo con ósmosis inversa (RO) o agua desionizada (DI). La dilución de la fuente de agua en una relación 1: 1 reduce eficazmente las concentraciones minerales y alcalinidad en medio, y es lo mismo que decir que se diluye por 50%. Para diluir una solución de 70% por ejemplo, significa que la concentración de un ion es ahora 30% de lo que se estaba originalmente, etc. Esta relación es sólo técnicamente cierto para soluciones muy diluidas donde la densidad de la solución no cambia. Es más cierto para el agua que para el mosto, por ejemplo.

Hirviendo

Ebullición se ha utilizado durante cientos de años para reducir la alcalinidad y la dureza del agua. En términos generales, la forma en que funciona es que el aumento de la temperatura cambia el estado de saturación de todas las especies de carbonato en solución. En primer lugar el dióxido de carbono evoluciona desde el agua debido a la subida de la temperatura. La **eliminación de CO₂ desequilibra el equilibrio entre bicarbonato y carbónico** que causa la conversión de iones bicarbonato en ácido carbónico y acuosa CO₂, y al hacerlo **consume protones**. Esto eleva el pH. El aumento de pH provoca que algunos de los iones de bicarbonato restantes para convertir a los iones carbonato. Esto da lugar a la saturación con respecto al carbonato de calcio, que precipita. Esto provoca un desequilibrio aún más en el equilibrio,

de acuerdo con

de LeChatelier Principio, y la conversión de más bicarbonato a carbonato. Por lo tanto la concentración de bicarbonato disminuye a favor de carbónico y carbonato hasta que el producto de iones de calcio y carbonato de gotas por debajo de pK_s (que es un poco más grande,

es decir, en realidad un menor

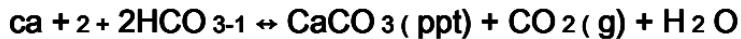
concentración, 10- pK,

de lo que sería en la habitación

temperatura-pK cambia de 8,44 a 20 ° C o 68 ° F a 8,67 a 50 ° C o 122 ° F).

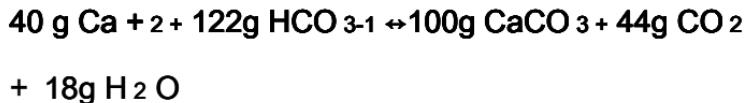
El dióxido de carbono es conducido desde el agua de dos maneras: primero, una reducción de la presión parcial efectiva sobre el agua hace que se coalescer en micro-burbujas; y en segundo lugar, se frota a cabo por la evolución de vapor como el agua hierve. Esta precipitación evolución y resultante continúa hasta aproximadamente 1 millequivalent por litro de calcio o restos carbonato. Este último miliequivalentes por litro como CaCO_3 no precipita; todavía es soluble. El carbonato de calcio que ha precipitado existe como micro-cristales en suspensión, lo que finalmente crecerá lo suficientemente pesada para sedimentar. Según los textos elaboración de la cerveza históricos como Sykes', el agua normalmente se hierve durante una media hora para permitir que el CO_2 estar bien fregado por el vapor, y entonces serían dejó sedimentar durante la noche, dejando una capa blanca de precipitado en el fondo de la caldera. El agua reducida-alcalinidad sería entonces por decantación el sedimento para su uso como licor de infusión. Esta reacción se limita a agua con moderada a alta alcalinidad porque el resultado de la reacción es a

reducir el calcio y los niveles de bicarbonato a aproximadamente un mEq / L de cada una (20 y 61 ppm respectivamente). De hecho, a menos que el agua contiene significativamente más de 1 mEq / L de cada uno (ex., 3-5 mEq / L), la fuerza impulsora para la reacción será baja y ebullición para reducir la dureza y la alcalinidad es menos eficaz. La reacción es:



En otras palabras, un mol de ion de calcio (Ca^{+2}) reacciona con dos moles de iones de bicarbonato (2HCO_3^-) para producir un mol de precipitado de carbonato de calcio (ppt), un mol de gas dióxido de carbono (g), y un mol de agua.

La ecuación puede escribirse también en términos del peso molecular en gramos por mol:



Esta forma también muestra las proporciones que reaccionan en solución como mg / L, es decir, 40 mg / L Ca^{+2} + 122 mg / L HCO_3^- etcétera

Ver [Apéndice A](#) Para más información sobre las ecuaciones químicas y

estequiometría.

Nota: ebullición no afecta típicamente magnesio

niveles, porque el carbonato de magnesio es mucho más soluble que el carbonato de calcio. La flecha de dos puntas en esta ecuación dice que la reacción es reversible, lo que significa que no sólo puede bicarbonato reaccionar con el calcio para formar un carbonato de calcio, agua, y dióxido de carbono, pero que el dióxido de carbono se puede disolver en agua para reaccionar con el carbonato de calcio a formar iones de calcio y bicarbonato. Esto es a menudo la forma en que el bicarbonato se metió en el agua en primer lugar. Ver [Capítulo 4](#) para más información sobre los carbonatos.

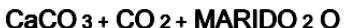
Principal de LeChatelier, que se aplica a todos los equilibrios químicos, establece que si un cambio o estrés se impone en un sistema en equilibrio, la posición del equilibrio se desplazará en una dirección para reducir el efecto del cambio o el estrés. Esto significa que si queremos aumentar la cantidad de precipitado de carbonato de calcio, podemos añadir reactivos (lado izquierdo) y / o retirar el producto (lado derecho). Así, podemos aumentar la cantidad de bicarbonato

convertido, y la cantidad de precipitado formado, mediante el aumento de la concentración de calcio y / o bicarbonato en el agua, o mediante la eliminación del dióxido de carbono. (El carbonato de calcio elimina sí mismo del sistema cuando se precipita.) Tenga en cuenta que mientras que nuestro objetivo aquí es eliminar bicarbonato (alcalinidad), estamos eliminando simultáneamente el calcio, que no es necesariamente deseable. Por lo tanto los fabricantes de cerveza que decarbonata su agua de esta manera a menudo sustituyen el calcio que se pierde por las adiciones de cloruro de calcio y / o sulfato de calcio. Sirve de ayuda si esto se hace antes de descarbonatación como

las ayudas de calcio adicionales en el proceso de descarbonatación, de nuevo según Principal de LeChatelier.

La eliminación de dióxido de carbono puede llevarse a cabo permitiendo que el agua a hervir de manera que el CO₂ se fregado a cabo por vapor, o pulverizando el agua caliente a través de una boquilla para airear. La eliminación de CO₂ efectivamente elimina el ácido, la eliminación de ácido aumenta el pH, y un pH alto favorece la conversión de bicarbonato a carbonato de:





Cuanto más alto se puede hacer que el pH en este proceso, más la alcalinidad se puede quitar. Esto generalmente se logra mediante burbujeo de aire o vapor a través del agua para agitar hasta que el pH es 8,5 o más. El agua normalmente se puede descarbonata hasta 50 ppm de alcalinidad como CaCO_3 sin demasiados problemas, pero la cantidad de calcio en el agua es a menudo un factor limitante. El calcio residual después de ablandamiento por ebullición se puede calcular con la siguiente ecuación 1:

—

$$[\text{Ca}^{2+}]_f = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{yo}} - (([\text{HCO}_3^-]_i - [\text{HCO}_3^-]_f) / 3.05)$$

donde todas las concentraciones iniciales y finales $[\cdot]$ son en ppm, y el factor de 3,05 cuentas para la conversión entre bicarbonato y calcio equivalentes. La cantidad, $[\text{HCO}_3^-]_f$ es la estimación de la concentración final de bicarbonato, 61 ppm de HCO_3^- , que es equivalente a 50 ppm de alcalinidad como CaCO_3 a un pH de aproximadamente 8,3. Esta concentración final de 61 ppm se basa en condiciones ideales. El uso de un valor más conservadora, tal como 80 ppm

bicarbonato, puede ser más realista, lo que permite condiciones que no son ideales y donde la reacción no se detiene a la terminación. Una concentración de bicarbonato final entre 61 y 80 es más típico cuando el calcio no es la cantidad limitante.

Por ejemplo, si un agua tenía 70 ppm de calcio y 150 ppm de alcalinidad total como CaCO_3 a un pH de agua de 8, lo que sería la concentración final de calcio?

Primero necesitamos para convertir la alcalinidad a la concentración de bicarbonato equivalente, y puesto que el pH es 8, la gran mayoría de la alcalinidad total es de bicarbonato, y el factor de conversión de la alcalinidad total $\times 61/50 = [\text{HCO}_3^-]$ es válido (lo suficientemente cerca). La ecuación se vería así:

$$[\text{California}]_f = 70 - ((183 - 61) / 3.05) = 30 \text{ ppm de Ca final}$$

La cantidad de calcio es a menudo el factor limitante, lo que significa que la concentración final de bicarbonato sería mayor que 61 ppm. Esta reacción de precipitación funciona mejor cuando la dureza total como CaCO_3 es mayor que la alcalinidad total como CaCO_3 . Normalmente, la reacción se detendrá

cuando la concentración de calcio se aproxima a 1 mEq / L o 20 ppm, pero puede ir más bajo en algunos casos, entre 12 y 20 ppm. También funciona mejor si la dureza permanente es mayor que la dureza temporal, lo que significa que hay un montón de calcio para alimentar la reacción y casi todo el bicarbonato se puede retirar, a excepción de que uno mEq / L (50 ppm como CaCO₃). La mejor manera de aumentar la relación de dureza permanente dureza a temporal es añadir sulfato de calcio o cloruro de calcio para el agua caliente. Las sales también actuarán como puntos de nucleación y ayudar a evolucionar el CO₂.

La adición de carbonato de calcio también mejora el la precipitación de carbonato de calcio. A pesar de que inicialmente parece ser en contra de Principio de Le Chatelier, la adición de algunos tiza en polvo al agua es beneficioso, ya que proporciona sitios de nucleación y de crecimiento para el carbonato de calcio que sale de la solución y en realidad promueve la precipitación. La tiza añadido nunca se disuelve y por lo tanto nunca es parte del sistema.

Pero lo que si el agua no se deja enfriar y el precipitado se asiente? Un agua de alta alcalinidad puede ser

parcialmente descarbonatado calentándolo a menos de la temperatura de ebullición. El punto de la saturación de carbonato de calcio se reduce con un aumento de la temperatura, y formar carbonato de calcio micro-cristales ya que el agua se calienta a la huelga temperatura. El grado de precipitación dependerá de muchos factores, tales como el calcio inicial y las concentraciones de bicarbonato,

el cambio en agua

la temperatura y la cantidad de CO₂ en realidad proviene de la solución. Un estudio [2](#) en ebullición se llevó a cabo en Londres en 1851 usando agua que había sido “preparado artificialmente ... que contiene 13,5 granos de carbonato de cal por galón.” Los resultados de ese experimento se enumeran en [Tabla 10](#) . El autor del artículo concluye: “... que el efecto suavizante no tiene lugar a la vez, pero se requiere una cocción prolongada con el fin de producir el mayor grado de ablandamiento. Con el fin de deshacerse de la dureza temporal del agua, de ebullición brusca durante no menos de 20 minutos es necesaria ...” Así calentamiento de agua de infusión de huelga temperatura puede dar lugar a una pequeña reducción de la alcalinidad y dureza. La agitación vigorosa o aireación pueden ayudar al CO₂ para evolucionar y aumentar la precipitación. El resultado es

que algunos pequeña proporción de la alcalinidad inicial probablemente precipitar, pero aún ser suspendido en el líquido caliente cuando se añade al puré. Lo que se añade el efecto del precipitado en suspensión en el agua directamente al puré? Esa es una buena pregunta. Los efectos de esto en la alcalinidad y el pH puré residuales serán tratadas más adelante en este capítulo.

Tabla 10-Reducción de la dureza y alcalinidad por calentamiento y ebullición 2

—

Tiempo en el Punto de Ebullición (frío)	Dureza en granos por galón Imperial	Dureza en ppm como CaCO ₃
0	13.5	192
5	11.2	160
15	6.3	90
30	4.4	63
60	2.6	37
	2.4	34

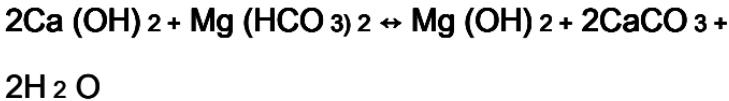
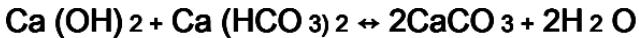
De Latham, B., de ablandamiento de agua, Revista de la Sociedad de las Artes, vol. 32, Londres, 1884.

El ablandamiento con cal

La reducción de la alcalinidad con cal apagada (hidróxido de calcio)

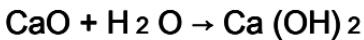
es muy similar al método de ebullición, pero cal apagada añade más calcio y eleva el pH, el logro de niveles más bajos de alcalinidad que hirviendo solo. También tiene el beneficio de reducir el hierro, el manganeso, y sílice junto con compuestos materia orgánica natural, tales como amoníaco. El proceso de cal apagada primero fue patentado en 1841 por el Dr. Thomas Clark, de Aberdeen, Escocia, como medio de ablandar y purificar el agua del río Támesis. En una carta a la Sociedad de las Artes en 1856 ³ explicar el proceso, señaló, "Un pequeño residuo de la tiza no siempre permanece separado por el proceso. De los 17,5 granos, por ejemplo, contenidas en un galón de agua, sólo 16 granos serían depositados, y

1,5 granos se mantendrían. En otras palabras, el agua con 17,5 grados de dureza resultante de tiza, se puede reducir a 1,5 grados, pero no inferior." Estas cantidades se convierten a 249 ppm y 21 ppm como CaCO_3 , respectivamente. Este proceso es el más adecuado al agua de moderada a alta alcalinidad. Las ecuaciones para el tratamiento con cal son diferentes del tratamiento de ebullición. En el ablandamiento con cal en frío (es decir, temperatura ambiente), las reacciones son:



Los pasos comunes de ablandamiento con cal son:

- El pretratamiento con la sedimentación y / o aireación para mejorar la calidad del agua de alimentación.
- De apagado mediante la adición de óxido de calcio (cal viva) al agua para elevar el pH al óptimo 10.3 para la precipitación de carbonato. Si la dureza de magnesio necesita ser reducido el pH se aumentó a 11 con cal viva adicional.



- Mezcla, floculación y clarificación con hierro o coagulents a base de aluminio, adicional acelerar sedimentación de los precipitados. aluminato de sodio se prefiere que el agua bruta es alta en sulfatos. El tiempo de contacto necesario es típicamente 15-30 minutos.

- Recarbonatación del agua con CO₂ o aireado para reducir parcialmente el pH del agua. (El agua clarificada tiene típicamente un pH de 10 a 11.) sulfúrico o ácido clorhídrico se utiliza a menudo para reducir aún más el pH a un pH de agua potable más normal de alrededor de 8 y una alcalinidad de alrededor de 32 ppm como CaCO₃.
- Filtración con multi-media convencionales (arena) filtros después de ablandamiento con cal para capturar cualquier sólido suspendido restantes. La tecnología de membrana es cada vez más común para la filtración en esta etapa debido a su mayor eficiencia

en la eliminación de microorganismos

y

Sólidos suspendidos.

El proceso de ablandamiento con cal puede ser mejorada mediante el calentamiento del agua y reduciendo de este modo la solubilidad de cada uno de los productos de reacción, fomentando cada reacción a ser más completa. Este método puede eliminar más alcalinidad que simplemente hirviendo y puede alcanzar 25 ppm como CaCO₃. Agua con sodio, sulfato, o cloruro de elevado puede reducir la eficacia del proceso. Alta eficiencia del proceso requiere la dosificación de cal precisa y un control cuidadoso.

En los Estados Unidos, el ablandamiento con cal se utiliza a veces para el tratamiento de aguas municipales, pero no se utiliza normalmente para el agua fábrica de cerveza. cal de reblandecimiento de pequeña escala puede llevarse a cabo como se describe en la barra lateral. El ablandamiento con cal se considera que es una tecnología de la vieja escuela, y se encuentra más comúnmente en Europa. Más métodos modernos incluyen tecnologías de intercambio de iones y de membrana. La ventaja de ablandamiento con cal sobre intercambio iónico es que el método anterior reduce sustancialmente el total de sólidos disueltos. Una desventaja de ablandamiento con cal es el volumen relativamente alto de los residuos sólidos (lodos mineral) producido por el proceso. La cantidad total de peso de sólidos secos producidos es típicamente el doble de la dureza eliminado. El precipitado de carbonato de calcio es un sedimento calcáreo bien, pero el hidróxido de magnesio es un lodo esponjoso que forma un gel espeso en el tanque.

Método de AJ DELANGE para el uso de cal apagada Descarbonatación en el hogar

1. Añadir 1 cucharadita. de tiza por cada 5 litros de agua

a ser tratado al agua.

2. Multiplicar la dureza temporal del agua

0,74 para obtener una idea aproximada de la cantidad de cal requerida (en mg) para el tratamiento de 1 L. A continuación, se multiplica por el número de litros a ser tratado y se divide por 1000 para obtener el número de gramos necesarios para todo el volumen.

3. Aumentar el resultado del paso 2 en un 20-30% y colocar esta en un pequeño vaso de precipitados o matraz. Añadir agua suficiente para conseguir esto en suspensión.

4. Añadir la suspensión de la Etapa 3 para el agua en incrementos inicialmente grande y luego más pequeñas. Se agita a fondo y comprobar el pH después de cada adición.

5. Continuar las adiciones bastante rapidez hasta que se alcanza un pH entre 9,5 y 10.

6. Monitor de pH. Como tiene lugar la precipitación el pH caerá de nuevo.

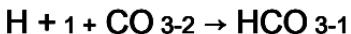
7. En este punto añadir sólo pequeñas cantidades de suspensión adicional para mantener el pH en la región de 9,5-10.

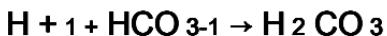
8. pH continuará cayendo como CO₂ desde el aire es disuelto pero la tasa de caída se ralentizará. Cuando lo hace, detener la adición de lechada de cal y dejar que el agua se siente mientras que el precipitado se asiente.

9. Decantar el agua de la dureza precipitado y la medida y la alcalinidad.

La reducción de la alcalinidad con Ácido

Los ácidos pueden reducir la alcalinidad mediante el suministro de iones de hidrógeno para convertir todos los carbonatos y bicarbonatos en solución en ácido carbónico, y por lo tanto a gas dióxido de carbono. La reacción es la inversa de cómo se crea la alcalinidad, como se presenta en [Capítulo 4](#). Las reacciones son:





Tenga en cuenta que el gas debe ser retirado del agua para que la reacción sea completa. En la escala de elaboración de cerveza casera, donde pequeños volúmenes de agua están abiertos a la atmósfera, la mayor parte del CO₂ escapará ya que el agua se calienta y se agita. En una escala más grande con una relación de superficie mucho más pequeño-área a volumen, este CO₂ debe ser eliminado activamente por agitación, burbujeo con aire o vapor forzado, o pulverización, con el fin de impedir su liberación después en las tuberías o tanques cerrados donde puede ser un problema de corrosión severa.

Tabla 11-Preparación 1 Soluciones normales de ácidos Común

Ácido	w / w%	Densidad molaridad ml de ácido para preparar 1 l de 1		Solución N
Clorhídrico al 10	1.048	2.9		348
clorhídrico al 37		1.18	12.0	83.5
Láctico	88	1.209	11,8	84.7
Sulfúrico	10	1.07	1.1	458,3

Sulfúrico	98	1.84	18.4	27.2
Fosfórico	10	1.05	1.1	935 *
Fosfórico	85	1.69	14.7	68 *

*Fosfórico es aproximadamente monoprótico a pH puré.

Nota: Es importante entender que el procedimiento es para diluir el volumen prescrito hasta un volumen total de 1 litro. Por ejemplo, 348 ml de 10% clorhídrico se vertieron en un matraz aforado, añadir suficiente agua al matraz para hacer exactamente 1 litro. ácidos concentrados tienen que ser añadido a un gran volumen de agua que ya está en el matraz, antes de ser reponía con agua adicional hasta el volumen final, para evitar salpicaduras exotérmica.

adiciones de ácido para reducir la alcalinidad son bastante simples para calcular si se trabaja en términos de miliequivalentes. La alcalinidad total como CaCO₃ se convierte fácilmente en miliequivalentes dividiendo por el peso equivalente de

50. Por ejemplo, si la alcalinidad total del agua es de 125 ppm como CaCO₃ que sería igual a 2,5 miliequivalentes por litro. Adición de 1 miliequivalentes de ácido por litro sería, por tanto, reducir la alcalinidad total de 1,5 miliequivalentes por litro, o 75 ppm como CaCO₃.

Sin embargo, hay un par de preguntas a tener en cuenta, en concreto:

1. ¿Cuántos mililitros de ácido es 1 equivalente?
2. ¿Qué efecto tiene el sabor ácido?

La primera cuestión se aborde plenamente en los apéndices B y C, pero la respuesta corta es que la cantidad de ácido requerida depende del ácido específico, su concentración y la densidad. Es útil tener preparado 1 Normal (N) o 0.1 N soluciones para que 1 mililitro de los suministros de solución o bien 1 mEq / L o 0,1 mEq / L, respectivamente. **Tabla 11** Listas de diluciones para la creación de 1 N soluciones de varios ácidos comunes. La respuesta a la segunda pregunta es que la reacción ácido reemplazará cada equivalente de alcalinidad con un equivalente de anión de que el ácido (por ejemplo, cloruro, sulfato, lactato, acetato). El efecto sabor dependerá de la cantidad de ácido utilizado. En el caso de los ácidos clorhídrico o sulfúrico, esta es una manera de impulsar el cloruro o sulfato sin añadir más calcio o magnesio. La elección del ácido y la alcalinidad final es una cuestión de formulación de recetas y puede tardar unos lotes de prueba para dominar. El método que aquí se presenta reduce la alcalinidad sin monitorizar el pH. El método presentado en

apéndice B es el opuesto, en el que el pH se reduce a un valor específico, y la alcalinidad final y cantidad de ácido utilizada se determina a partir del cambio en el pH. ambos métodos

trabajo, es simplemente una cuestión de preferencia de pre-medir el ácido y la verificación de pH, o la medición de pH y la verificación de la cantidad de ácido utilizado.

Seguridad ácido: palabras de precaución para ácidos fuertes (y bases)

Siempre añadir el ácido al agua y NUNCA añadir agua al ácido. Suena tonto, pero “Haz lo que deberías añadir el ácido al agua” puede ayudar a evitar un salpicaduras de ácido. Esta advertencia es mayor

importancia para el manejo
ácido sulfúrico concentrado, no sólo debido a su fuerza, pero
debido a su gran afinidad por el agua. Si el agua se vierte en
ácido sulfúrico concentrado, la reacción es tan violenta que el
agua es probable que parpadeará en vapor, ácido salpique fuera
del contenedor y en la cafetera. No permita que el ácido
concentrado (de cualquier tipo) en su piel. Ácidos diluidos varían
en peligro, pero el ácido sulfúrico es siempre peligrosa, incluso a
10%.

Desaconsejamos cualquier persona de la manipulación de concentrados

ácidos sin una formación adecuada. Recordamos a todos que

ellos debería Lea y seguir el

recomendaciones para el equipo de protección personal (guantes, gafas, delantal, etc.) en la hoja de datos de seguridad del material (MSDS).

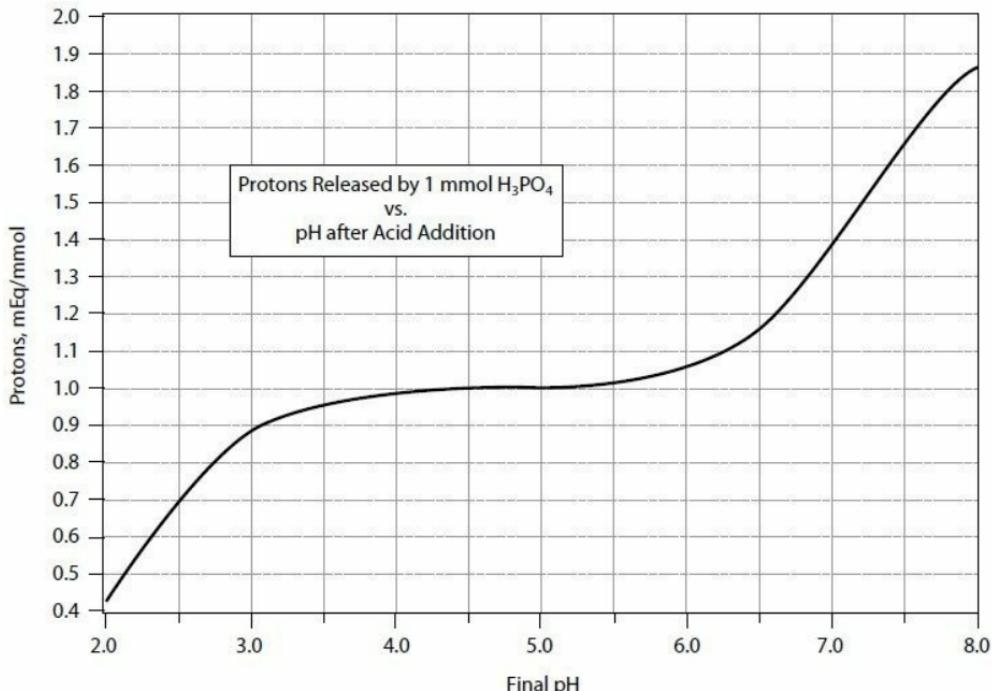
Por último, los ácidos y las bases que se utilizan para tratar el agua de elaboración de la cerveza deben ser de calidad alimentaria. Mientras que la categoría alimenticia no tiene una definición precisa, por lo general significa que

la sustancia no contiene

impurezas peligrosos o tóxicos y generalmente se reconoce como seguro y / o adecuado para el consumo humano de conformidad con la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos.

Off-the-shelf ácidos de la ferretería o auto partes, por ejemplo, *mayo*

contener cantidades peligrosas de metales pesados u otras impurezas. Tenga cuidado de lo que compra.



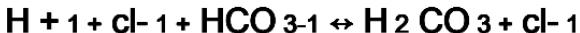
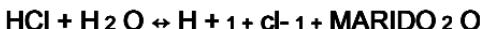
La Figura 23-protonación de fosfórico como una función del pH de equilibrio. El número de protones liberados depende del pH de punto final de reacción, aunque en la región puré generalmente es 1. Desde Delange 7.

—

ácidos minerales

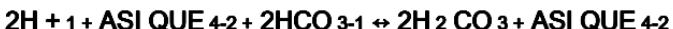
Ácido clorhídrico (HCl)

El ácido clorhídrico es un ácido monoprótico fuerte que contribuye un equivalente por mol. Contribuye 35,4 mg / L de iones cloruro por mEq de ácido cuando se añade a agua. Las reacciones se muestran a continuación.



Ácido sulfúrico (H₂ ASI QUE 4)

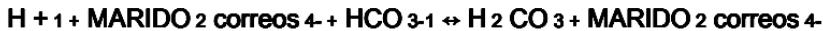
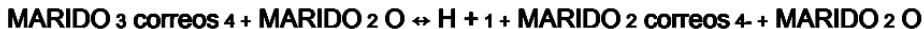
El ácido sulfúrico es un ácido fuerte poliprótico que contribuye dos equivalentes por mol. Contribuye 48 mg / L de sulfato por mEq de ácido cuando se añade a agua. Las reacciones se muestran a continuación.



Ácido fosfórico (H₃ correos 4)

El ácido fosfórico es técnicamente un ácido poliprótico débil, sino que actúa en el puré como un fuerte ácido monoprótico que contribuye aproximadamente un equivalente por mol. El grado de protonación depende del pH final del agua es

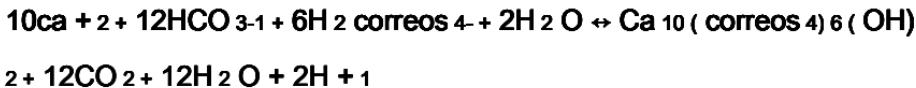
añadido a, pero en general es de aproximadamente 1-1,3 equivalentes por mol en agua entre 4 a 7 el pH. Ver [Figura 23](#) . Contribuye aproximadamente 96 ppm de H₂ correos 4- por mmol de ácido cuando se añade a agua en este rango. Sólo un pequeño porcentaje (<0,2%) de las moléculas de ácido fosfórico se de-protonar una segunda vez para HPO 4-2 si el agua se acidificó a la zona de destino puré. Las reacciones primarias se muestran a continuación.



Fosfórico es el ácido de elección para muchas fábricas de cerveza doméstica y artesanal. Aunque todavía es peligroso en altas concentraciones, es más fácil de manejar que el ácido sulfúrico debido a que es menos reactivo. Cuenta con un impacto mínimo en el sabor del proceso de elaboración debido a que la malta también contiene grandes cantidades de fosfatos. La acidificación de agua con ácido fosfórico corre el riesgo de precipitar el calcio de

el agua como apatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), lo cual hace que la disponible para los procesos de elaboración de la cerveza posteriores de calcio.

De Capítulo 4 :



Tenga en cuenta que el término fosfato (H_2PO_4^-) es exactamente

la misma fórmula que el ácido fosfórico que se ha renunciado a un ion hidrógeno (es decir, solo desprotonación), que de hecho es la forma más común para el ácido fosfórico en agua de infusión debido a que es un ácido débil y no protonar de-allá uno (1) en el intervalo puré pH. Irónicamente, es más probable que ocurra cuando se usan sólo pequeñas cantidades de ácido fosfórico precipitación del calcio, acidificar a pH 6 por ejemplo, frente a 5,5 pH. La razón de esto se explica con más detalle en [apéndice B](#) , Pero la respuesta corta es que tanto el carbonato de calcio y fosfato de calcio (y en particular de apatita) están menos saturados a pH más bajo.

Mg también reaccionará con fosfato pero tiene aproximadamente el doble de la solubilidad de la apatita a un pH de 5,2, por lo que la mayor parte

permanece en solución. Esa reacción se muestra a continuación:



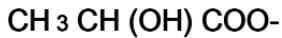
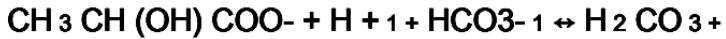
Ácidos orgánicos

Ácido láctico ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)

El ácido láctico es una parte muy importante de algunos estilos de cerveza, pero también puede ser usado para la acidificación del agua. Tanto el Reinheitsgebot y las leyes de cerveza alemán Biersteuergesetz sólo permiten ácidos de origen natural que se utilizarán en el proceso de elaboración de la cerveza. De hecho, esta fue la única razón de que Kolbach [8](#) desarrollado la ecuación de la AR en el primer lugar- como una forma de ilustrar a los compañeros cerveceros que la alcalinidad se podía controlar con facilidad y para animar a sus compañeros cerveceros para presionar por el 'permiso' para utilizar ácidos minerales como el resto del mundo hizo en su momento.

El ácido láctico puede ser añadido en tres formas: maltas aciduladas se pueden utilizar en el puré de patatas, lactobacillus puede cultivar en el puré como parte de un resto ácido o mash agria, o de calidad alimentaria ácido láctico se puede añadir directamente. Ácido láctico

es un fuerte ácido monoprótico ($pK = 3,86$) con respecto al pH puré, lo que contribuye un equivalente por mol en el puré normal y rangos de pH de agua potable. Contribuye 89 mg / L de iones de lactato por mEq de ácido cuando se añade a agua. La reacción de ácido láctico en agua para dealkalizing se muestra a continuación, excepto que la fórmula empírica del ácido ha sido sustituido por la fórmula estructural para mayor claridad:



El sabor de ácido láctico se caracteriza típicamente como una acidez suave y es el sabor de la firma de alimentos tales como el yogur, el chucrut, kimchi, etc. El ácido láctico puede producir un distintivo de “tang” en el perfil de sabor de la cerveza en una concentración elevada. El ácido láctico se informa que tiene un umbral de sabor de aproximadamente 400 ppm en la cerveza [4](#). El umbral de sabor

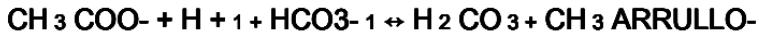
puede variar entre los catadores. Por lo tanto, el umbral de 400 ppm no puede mantener para todos los individuos. Además, muchas cervezas típicamente tienen una baja concentración de ácido láctico (típicamente 50 a 300 ppm) de forma natural, de subproductos de fermentación⁴. Por lo tanto, puede que no sea posible añadir menos de 400 ppm de ácido láctico al agua para la reducción de alcalinidad sin impacto de sabor.

Cerveceros que emplean un “resto ácido” están haciendo ácido láctico, además de la reacción de apatita. En general se acepta que para grandes cambios de alcalinidad, el resto debe ser lo más anaeróbico como sea posible para reducir el crecimiento de *Acetobacter*.

Ácido acético (C₂ MARIDO 4 O₂)

El ácido acético no es muy útil a la cafetera debido a la fuerte de sabor desagradable que tiene. De hecho, es más comúnmente un contaminante debido a las bacterias de ácido acético. Sin embargo, también es un producto de *Brettanomyces* fermentación y puede ser deseable a baja concentración en algunos estilos de cerveza. El ácido acético es un ácido monoprótico moderadamente fuerte (un equivalente por mol, pK = 4,76). Contribuye 59 mg / L de iones acetato por mEq de ácido cuando se añade a agua. los

reacción de ácido acético en agua para dealkalizing se muestra a continuación, excepto que la fórmula empírica del ácido ha sido sustituido por la fórmula estructural para mayor claridad:



La inoculación con *Acetobacter* y aeróbicas restos después de la fermentación a promover la formación de ácido acético. Una alternativa a la realización de estos restos es agregar ácido acético glacial (es decir, concentrado) en dosis apropiadamente pequeños para agregar los matices de que carácter a la cerveza terminada. La dosificación medida de ácido acético glacial puede ser por lotes más consistente a lote de cultivo de bacterias acético durante la fermentación de la cerveza.

Ácido cítrico (C₆ MARIDO₈ O₇)

El ácido cítrico era muy popular en los primeros días de la elaboración de cerveza casera. Su popularidad ha disminuido, probablemente debido a la relativamente fuerte sabor de su anión. El ácido cítrico es un

ácido poliprótico débil (pero más fuerte que fosfórico, acético y láctico, pK 3.14, 4.77, 6.39) que contribuye entre 2 y 3 equivalentes por mol. Contribuye aproximadamente 96 mg / L de iones citrato por mEq de ácido cuando se añade a agua. La fórmula empírica para el ácido cítrico es C₆ MARIDO₈ O₇. La fórmula estructural es difícil de manejar por lo que la empírica se utiliza a continuación. Las reacciones dealkalizing, suponiendo 2 equivalentes por mol, son los siguientes:



Tabla 12-Resumen de métodos para reducir la alcalinidad Método

	Seguridad	eficacia	comentarios
La dilución con agua RO (DI)	Muy bien	bajo riesgo	Muy efectivo. problemas de corrosión potenciales para el agua RO prima, incluso con acero tuberías. se prefiere PVC o CPVC.
Hervir	Justa	bajo riesgo	Reduce tanto la dureza y la alcalinidad. Los altos costos de energía

y decantación necesaria antes de su uso.

Los depósitos pueden ser difíciles de limpiar.

La eficacia depende de la composición del agua.

Lima	Bueno	bajo	Eficaz para reducir la alcalinidad y la dureza en el agua con alta alcalinidad y dureza. Mejor realizada por terceros en términos de costos y economías de escala.
Ablandamiento (cal apagada,		riesgo	
Ca (OH) 2			
Ácido clorhídrico	Bueno	cloruro Adds peligrosos al agua. No efecto sobre la dureza.	
Ácido Sulfúrico	Bueno	Hazardous añade sulfato al agua. No efecto sobre la dureza.	
Ácido fosfórico	Bien	Moderado Peligro	Añade fosfato al agua. un efecto mínimo en el sabor. Puede reducir de calcio en agua, dependiendo del pH final.
Ácido láctico	Buena	bajo riesgo	Lactato añade al agua. Puede afectar el sabor. Ningún efecto sobre la dureza.
Fair Ácido Acético		bajo riesgo	Añade etilo para agua. Afectará el sabor. Ningún efecto sobre la dureza.
Ácido cítrico	Buena	Bajo	Añade citrato al agua. Será

Este ácido puede añadir sabor a fruta o éster percepciones a la cerveza que pueden beneficiar a ciertos estilos, como Wit belga. El ácido cítrico se informa que tiene un **umbral de sabor de aproximadamente 150 ppm en la cerveza** [4](#). Ese umbral sabor puede variar entre los cataadores y por lo tanto, el umbral de 150 ppm no puede mantener para todos los individuos. cervezas típicas naturalmente pueden tener una baja concentración de ácido cítrico (típicamente 50-250 ppm) a partir de subproductos de la fermentación y esto puede restringir aún más el uso de este ácido en el tratamiento del agua para elaborar cerveza.

La acidificación de maceración y la aspersión de agua

Muchos cerveceros acidificar el agua de rociado de agua y / o puré. Al comienzo de la burbujeo, el pH puré debe estar en la diana y las condiciones de tamponamiento en la masa debe ser con toda su fuerza. A medida que el agua burbujeo enjuaga la cama, los azúcares y tampones se enjuagan de distancia y el pH se desplaza hacia el pH del agua de rociado. Si el agua de burbujeo es alcalino, el pH puré aumentará, y la extracción de taninos, silicatos y cenizas de las cáscaras de malta

es más probable cuando se acerca a un pH de 5,8. Estos compuestos pueden arruinar el sabor de una cerveza de otra manera bien elaborada. La solución fácil es dejar de burbujeo cuando el pH impacta 5,8, o cuando la gravedad específica cae por debajo de 1.008, y la parte superior hasta el hervidor con licor caliente solo. Esto sólo hará que una pequeña caída en la eficiencia al tiempo que evita significativos malos sabores de la cerveza.

Sin embargo, una onza de prevención vale una libra de curación, como se suele decir. La mejor solución es para acidificar el agua de rociado a un pH en el rango objetivo puré, que debe prevenir con eficacia el pH de la masa se eleve por encima de 5,8; aunque como se discute en [Capítulo 5](#) , El pH DI de las maltas base puede tirar de él más alto. El aumento en el pH puré al final del burbujeo es más común de menor gravedad estilos más pálidas, donde los sistemas de tamponamiento en la masa son más débiles y / o más diluido. También puede ocurrir en lowgravity estilos más oscuros, donde la concentración melanoidinas (un buffer) es realmente baja a pesar de la alta hierba de color.

Tabla 13-experimentos con niveles de calcio
(*Sierra Nevada Brewing Co., 2010*)

Especial

Estándar

Estándar

2X CaCl 2 En

Descripción Brew / acidificado		Sales / n acidificación	Mash / n acidificación de
	Agua	de las aguas	las aguas
pH del licor	5.7	7.8	7.8
puré de pH	5.30	5.49	5.38
1 s t	5.24	5.36	5.27
Runnings			
Lauter pH			
Último	5.56	5.91	5.83
Runnings			
Lauter pH			
1 s t	17.8	17.5	17.7
Runnings			
gravedad (°			
Plato)			
Último	1.30	1.25	1.30
Runnings			
gravedad (°			
Plato)			
Tiempo	77	78	78
Lautering			
(minutos)			
Final Wort pH	5.17	5.37	5.31
Final Wort	13.3	13.3	13.4
gravedad (°			
Plato)			

PH final de la cerveza	4.37	4.37	4.41
Final de Beer gravedad (° Plato)	3.00	2.75	2.78
Unidades de amargor	38	38	40
Color	11	12	13

Jim Mellem de Sierra Nevada Brewing Co. presentó los siguientes datos ([Tabla 13](#)) En la reunión MBAA Sur y Sudeste Técnica en 2010.

En el

presentación, “Calidad del Agua desde la perspectiva de un Craft Brewer,” que mostró los resultados de experimentos que ha llevado a cabo para comparar su procedimiento de operación estándar de la acidificación de ácido fosfórico de toda el agua de infusión, con la duplicación de la cantidad de sales de calcio normalmente añadido al puré y ebullición, según sea apropiado para la receta de la cerveza. cervezas pale ale fueron elaboradas en un sistema piloto 10 barril, cada condición elabora dos veces para llenar 20 fermentadores barril. Para resumir los resultados, el pH puré de las tres condiciones estaba dentro de parámetros aceptables, así como el rendimiento del extracto y los parámetros generales de las cervezas.

La diferencia más significativa entre los ensayos fue la última-runnings pH de clarificación, que se elevó a 5,91 para las sales estándar sin acidificación, y 5,83 para el nivel de calcio duplicado sin acidificación. El pH para la condición procedimiento estándar (elaboración de la cerveza licor acidificó hasta

5.7 por inyección en línea) solamente se elevó a 5,56 al final del burbujeo.

En las pruebas de triángulo, 38 panelistas entrenados determinó que no había una diferencia estadísticamente significativa en el sabor entre las tres condiciones ($\alpha = 0,05$) con respecto a la astringencia, aspereza y la aceptabilidad, y que la cerveza estándar fue superior en cada atributo. La causa de esta diferencia entre las cervezas parecería ser la mayor solubilidad de los taninos, silicatos, y la ceniza debido al pH más alto al final de la clarificación, en comparación con la cerveza estándar, aunque mayor pH del mosto durante la ebullición también extraerá una amargura más gruesa de los saltos.

Otro ejemplo de este efecto fue una cerveza de trigo elaborada por uno de los autores (C. Kaminski) en Pub de Downtown Joe en Napa, CA. La cerveza de trigo (*Lazy American Summer trigo*) es un producto estándar con malta de trigo 40%, un OG de 1.040 y 10 IBU. Ha sido elaborada con

muchos perfiles diferentes de agua en los últimos 500 lotes. (Las fuentes de agua cambian mensualmente en Napa debido a las aguas de estacionalidad y de origen múltiple. Se requieren medición y el ajuste constante para mantener la paridad de cerveza.)

Original Perfil de trigo Cerveza Agua (ppm)

139 Ca 41

Cl252 SO 4-2

10 HCO 3

El primer perfil agua (arriba) dio como resultado un pH ebullición de "normal", según el diario. Como se puede ver los niveles de calcio eran muy altos y al mismo tiempo la cerveza era aceptable, los comentarios recibidos eran que era ligero y refrescante, pero mineralidad. Una unidad de desionización (DI) se instaló para bajar la alcalinidad y una nueva búsqueda de la composición del agua derecha empezó.

Las adiciones perfil agua DI de yeso y cloruro de calcio evolucionado durante muchos lotes en:

5,24 Boil pH

Después de una discusión sobre el efecto de los niveles muy bajos de sulfato de cervezas ligeras con AJ DELANGE, se decidió cortar el sulfato del todo para que esta cerveza lager más parecido. El primer intento utiliza 100 gramos de cloruro de calcio y 10 ml de ácido fosfórico al 85% para acidificar los 300 galones de licor caliente. Esta agua calcula a 24 ppm de Ca y 42 ppm de Cl-. El pH de los rodajes finales de rosa como puede verse en [Figura 24](#) . El burbujeo se detuvo en ese punto. El pH ebullición para este lote fue de 5,47. La cerveza terminada parecía tener las características de fermentación normales y FG típica, pero tenía un sabor seco, áspero y casi ceniciente distinta.

El calcio se incrementó en el siguiente lote a 36 ppm de Ca, 64 ppm de Cl- con la misma cantidad de ácido fosfórico como el último, y el pH no se levantó al final de la burbujeo. La cerveza terminada no tenía la dura retrogusto.

Wort pH y gravedad (${}^{\circ} P$) vs. Lautering Time

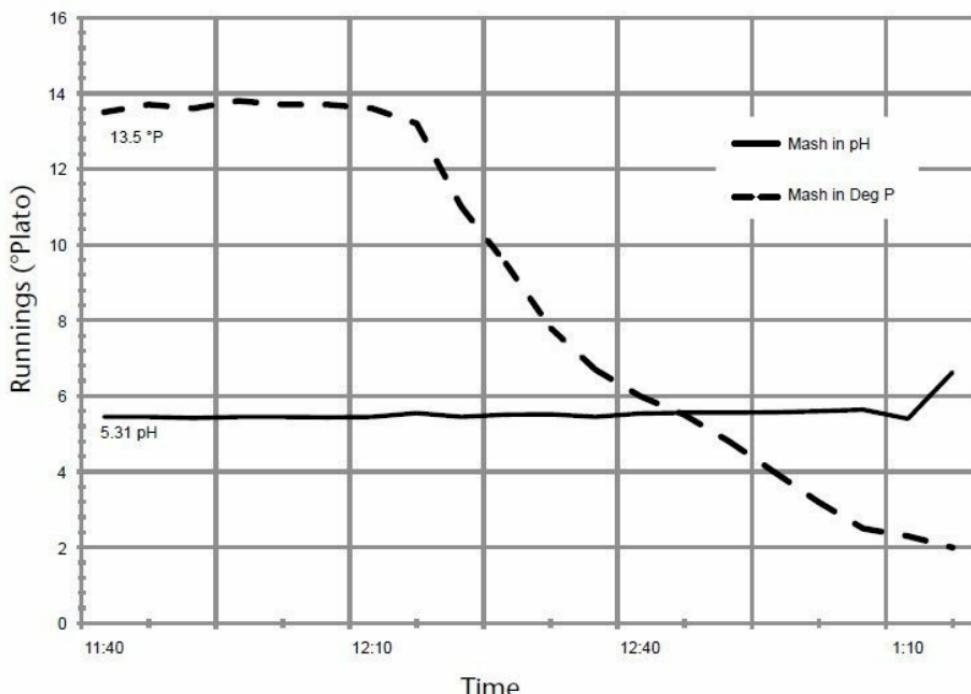


Figura 24-Wort pH y gravedad (${}^{\circ} P$) frente al tiempo Lautering. Este diagrama muestra el aumento brusco de pH puré al final de la Lauter como la gravedad de la carrera cayó por debajo de 3 ${}^{\circ} P$ (1.012). El aumento del contenido de calcio del agua de escaldado en el siguiente lote impidió el aumento en la misma gravedad.

La precipitación de calcio debido al ácido fosfórico

La acidificación de agua de escaldado es uno de los aspectos más difíciles de la química del agua. Una cuestión a considerar en la acidificación de agua con ácido fosfórico es el

precipitación de fosfato de calcio, que cambia el residual equilibrio alcalinidad. ¿Cuánto acidificación con ácido fosfórico cambiar el nivel de calcio en el agua?

Varios equilibrios se ven afectados por el cambio de pH.

AJ DELANGE abordó la teoría química y matemáticas difícil determinar el efecto de la acidificación en el calcio especialmente para este proyecto. El resultado es una serie de gráficos, presenta en [apéndice B](#), Que describen la reducción de la alcalinidad como función del pH acidificación de punto final, y el nivel de saturación de calcio como una función de la acidificación. Los gráficos muestran que la acidificación a la gama típica pH puré en lugar de a un pH superior, tal como 6,5 o 7,0 es mejor para la retención de calcio en el agua. Varios ejemplos se presentan para ilustrar el uso de los gráficos. Estas tablas sólo se refieren a la acidificación del agua, no la acidificación de la masa. Sin embargo, los gráficos son una excelente herramienta para la comprensión del campo de juego si va a acidificar el agua para elaborar cerveza.

La adición de alcalinidad

Aunque la mayoría de los fabricantes de cerveza son por lo general tratando de reducir el

alcalinidad en el agua de elaboración de la cerveza, hay veces en que un fabricante de cerveza realmente necesita para aumentar el pH en el puré con el fin de triturar un billete de grano más oscuro, más ácida. Sin embargo, hay que entender que estamos nunca agregue a la alcalinidad del agua de rociado. La alcalinidad del agua de rociado siempre tiene que ser lo más baja posible para minimizar o evitar aumento de pH en el lecho de grano durante lautering.

Hay diferentes maneras de añadir alcalinidad al puré: uno es para añadir carbonato o bicarbonato, y el otro es hidróxido. Hay una gran diferencia entre la adición de alcalinidad al agua frente a la masa, sin embargo. Como mostramos en [Capítulo 5](#) , Prediciendo el pH puré requiere el cálculo de los moles totales de carbonatos (C_T),

y luego la alcalinidad Z necesita ser determinado a partir de [Figura 22](#) (P. 26), basada en el objetivo puré pH. Este método Z es una aproximación de primer orden de lo que realmente pueda ocurrir en el puré. La química real es más complejo y depende de la interacción de varios componentes: las especies de carbonato, las especies de fosfato, el pH, y todas las constantes químicas que van con ellos, tales como pK₁. Sin embargo, podemos empezar la discusión

mirar el caso más simple: la adición de bicarbonato de sodio al agua.

La adición de bicarbonato de sodio

El bicarbonato de sodio (también conocido como, bicarbonato de sodio) es muy soluble en agua, y alcanza su límite de saturación a aproximadamente 9% en peso a 25 ° C (77 ° F), o aproximadamente 1 libra por galón. Por lo tanto, fácilmente se puede añadir al agua de elaboración o el puré con el fin de elevar la alcalinidad. Sin embargo, el sistema de carbonato es una base débil, y por lo tanto su carga (mEq / mmol) cambia dependiendo del rango de pH que se mueve a través. Esto se explica en [Capítulo 5](#). Si añadimos el bicarbonato al agua con el fin de elevar la alcalinidad total como CaCO_3 , y la alcalinidad residual de este modo de Kolbach, el único ajuste necesario a la contribución de sal por gramo (tal como se calcula por [Apéndice C](#)) Es una ligera reducción debido a la definición de la alcalinidad total. Como hemos dicho antes, la alcalinidad total es la cantidad de ácido en meq que se requiere para reducir el pH del agua

a 4,3 por carbonatos de conversión y bicarbonatos de ácido carbónico. Sin embargo, a pH 4,3, todavía hay 0,01 carga de los carbonatos, es decir, que no tienen

ha reducido a cero, pero a 1%. Así, para ser más exactos, necesitamos para ajustar la adición de bicarbonato de este 1% también.

La forma en que esto funciona es que la carga de cualquier adición de bicarbonato comienza en 1 mEq / mmol, independientemente del pH del agua, ya que es puro bicarbonato que tiene 1 mEq / mmol. Si 1 gramo de bicarbonato de sodio (PM = 84 gramos) se disolvieron en 1 litro de agua, que sería igual

0,0119 moles por litro (o 11.9 mmol por litro). En una carga de 1 mEq / mmol, 11,9 mmol / L es igual a 11,9 mEq / l de alcalinidad total, medido por titulación a un punto final de 4,3 pH. Sin embargo, aquí es donde el resto 1% entra en juego. Por lo tanto, la adición de 1 gramo de bicarbonato de sodio por litro solamente produce 99% de sus 11,9 mEq / L a la alcalinidad total y el ppm de HCO_3^- necesita ser ajustado en consecuencia. Ver [Tabla 14](#) (P. 136).

Lo anterior es para el cálculo del efecto de adiciones a ya sea la alcalinidad total o alcalinidad residual, pero sin tener en cuenta el pH puré eventual. No importa si las adiciones se realizan para el agua o el puré si sólo se está considerando los parámetros de

alcalinidad. Por otro lado, si está agregando bicarbonato de sodio con la intención de desplazar el pH a un objetivo en particular (Z pH) de acuerdo con el modelo que se presenta al final de [Capítulo 5](#) Ahora tiene que calcular la alcalinidad Z de la adición.

Cada vez que se añade una especie de carbonato a la masa con el fin de ajustar el pH puré, la carga delta (ΔC) debe ser calculado usando [Figura 22](#) en [Capítulo 5](#), Que se repite a continuación como [Figura 25](#) por conveniencia. Sin embargo, el cálculo? C se simplifica por el hecho de que el punto de partida es -1,0 (o -2,0 en el caso de carbonato). Por lo tanto la respectiva? C para una adición de bicarbonato o carbonato con un Z pH de 5,4 sería:

$$0,1 - 1,0 = +0,9 \text{ mEq / mmol (bicarbonato)}$$

$$-1,0 - 2,0 = 1,9 \text{ mEq / mmol (carbonato-ver nota a continuación)}$$

La alcalinidad Z es igual a la variación neta de carga (ΔC_z), multiplicada por el número de milimoles de carbonatos totales (C_T), es decir, Z alcalinidad = $0,9 C_T$ (de bicarbonato

adición). Tenga en cuenta que la reducción del 1% no se aplica aquí porque no estamos trabajando con 'alcalinidad total,' estamos trabajando con la alcalinidad real al pH objetivo; $\text{? } c_z$ es el nuevo factor de reducción. Consulte el final de [Capítulo 7](#) , La elaboración de la cerveza de un Extra Stout Exterior, para un ejemplo.

Nota: Para el registro, una adición de tiza disuelto

(Es decir, carbonato) de agua, es decir, completamente disuelto por burbujeo de CO₂ o sobrepresión suficiente de CO₂, comenzar a 2 mEq / mmol y la $\text{? } c_z$ todavía sería calculada con los valores de [Figura 25](#) , Por ejemplo, -0,1 @ 5,4 pH. Si cualquier otro ácido que el CO₂ se utilizaron para disolver la tiza, tal como ácido clorhídrico, la mitad de la carga alcalina sería utilizado hasta la conversión de todo el carbonato a bicarbonato, debido a que el bicarbonato es la forma más soluble, y se aplicaría la situación previouslydescribed bicarbonato. tiza sin disolver es un desastre, como se verá en la siguiente sección.

Un experimento realizado por Delange [9](#) usando sodio

bicarbonato y un caramelo 80 ° L malta para verificar el modelo Z demostraron resultados que fueron consistentes con la teoría, pero que también demostraron el factor tiempo inherente en las reacciones de carbonato. El caramelo 80 ° muestra L malta tenía un pH DI puré determinado previamente para ser 4,77, y una adición de bicarbonato de sodio se calculó para llevar el pH a 5,4 puré, utilizando el concepto Z alcalinidad. El pH se monitorizó continuamente durante el experimento. El pH comenzó a cabo muy cerca de la puré DI pH, pero se subió precipitadamente cuando se hizo la adición de bicarbonato al puré. En $t = 25$ minutos, el pH había caído puré de vuelta a 5,56, a $T = 60$ el pH puré era 5,51, y a $T = 135$ el pH puré había caído a 5,37, todos los cuales son razonablemente cerca de 5,4.

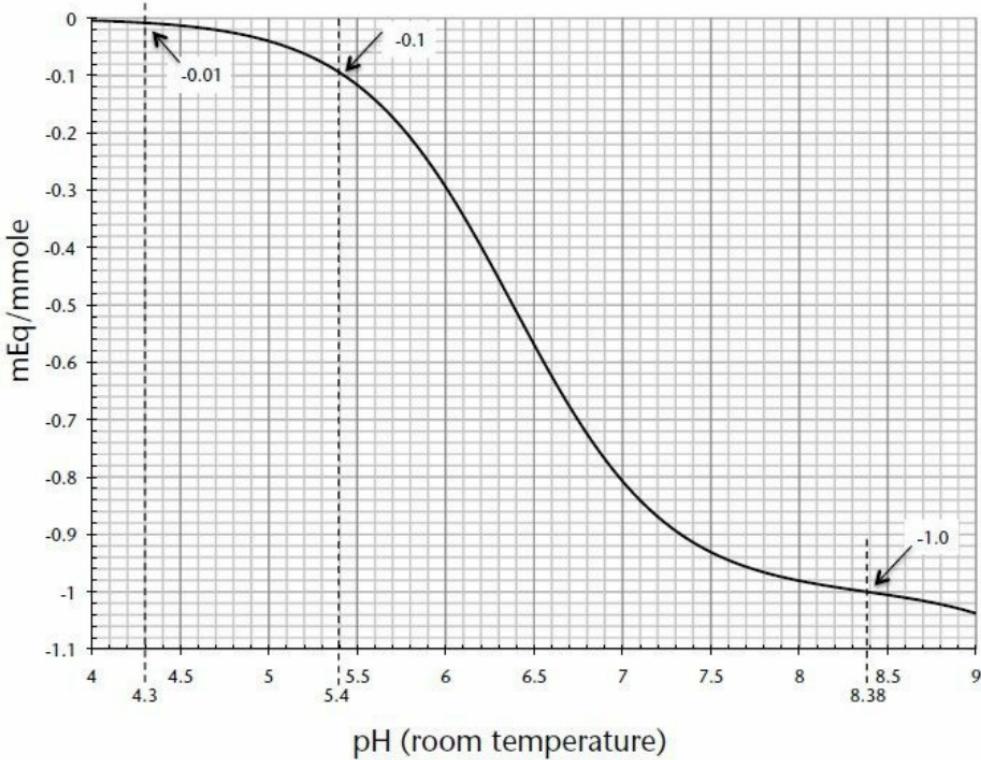
Cabe señalar que basar la adición de bicarbonato de sodio con respecto a la alcalinidad total habría dado lugar a una adición menor que eventualmente suboscilación el pH objetivo puré. Teniendo en cuenta la cinética de reacción, es posible que, de hecho desear reducir la adición con respecto a Z alcalinidad, con el fin de pasar la mayor cantidad de tiempo total de puré en el rango óptimo de pH puré. Equilibrar todos

estos factores para una receta específica en una cervecería específica se llevará a la experimentación, pero al menos los cálculos discutidos aquí ayudar a aclarar lo que está ocurriendo en realidad.

El único otro problema con el uso de bicarbonato de sodio es el aumento que acompaña en sodio nivel de 72 ppm a 1 gramo por galón.

Como se observará en [Capítulo 7](#) , No se recomiendan generalmente los niveles de sodio en exceso de 100 ppm, sobre todo si los niveles de sulfato son 300 ppm o mayor, ya que tiende a dar un sabor metálico para la amargura.

Charge (mEq) por mmol de carbonato de Especies



La Figura 25-cambio en la carga por mol. La curva muestra el número de mEq / mmol como una función del pH para el agua. Calcular Δc cuando la adición de carbonatos al agua puré, la carga inicial es -1.0 mEq / mmol de bicarbonatos, y -2.0 para carbonatos (tiza). Por lo tanto, la Δc para una adición de tiza CO_2 disuelto con un pH puré blanco de 5,4 sería: -2,0 -

$0,1 = 1,9 \text{ mEq / mmol}$. La alcalinidad Z es igual a la variación neta de carga Dc , multiplicado por el número de milimoles de carbonatos totales (CT). Esta tabla no se aplica a hidróxidos, sólo para adiciones a base de carbonato.

Los problemas con la adición de tiza

En la naturaleza, la creación de un agua perfecta suelo alcalino para una cerveza oscura lleva tiempo, piedra caliza, y la presión parcial de dióxido de carbono. No se vuelve a crear con facilidad en la fábrica de cerveza porque las soluciones de nueva creación no son tan estables como la de agua natural; el carbonato parece tener una mayor tendencia a precipitar. Como se mencionó anteriormente en

Capítulo 4 , el nivel de saturación normal de calcio carbonato en el agua es muy baja, siendo sólo alrededor de 1 mEq / L o 0,05 gramos por litro a presión parcial atmosférica típica de dióxido de carbono. Esto equivale a aproximadamente 2 gramos en 10 litros de agua! Más carbonato de calcio puede ser disuelto si se burbujea dióxido de carbono en el agua con agitación constante o suministra a un recipiente cerrado bajo presión, pero el proceso no es muy conveniente o rápido.

La sabiduría convencional ha sido añadir la tiza al puré debido a que el pH inferior hay, naturalmente, se disolvería la tiza más fácilmente. Sin embargo, la evidencia anecdótica ha señalado largo para tiza adiciones como no siendo muy eficaz para la adición de la alcalinidad y el aumento de pH. Por ejemplo, Troester ⁵ comparado el efecto de adiciones de tiza en la

pH puré usando tiza disolvió en agua desionizada con CO₂ sobrepresión vs. tiza que no se disolvió y esencialmente sólo en suspensión en el agua. La misma cantidad de tiza se utilizó en ambas soluciones, y la alcalinidad valorada era casi la misma debido al ácido fuerte usado para la titulación. Mientras que los datos no eran concluyentes, sugerido que la tiza completamente disuelto tuvo un mayor efecto en el aumento de pH puré, pero que el cambio general todavía no era coherente con la cantidad de alcalinidad añadido. La solución tiza sin disolver sólo aumentó el pH puré en alrededor de 0,1-0,2 unidades, incluso cuando se proporcionaron concentraciones altas de tiza. Esto sugiere que los ácidos naturales en el puré no son lo suficientemente fuertes para disolver tiza suspendido, al menos dentro del período de tiempo que el pH puré se observó (25 minutos).

Un experimento posterior por AJ Delange [9](#), arrojar alguna luz sobre la estequiométría y una posible razón de los malos resultados de las adiciones de tiza. El puré contiene una concentración relativamente alta de fosfatos a partir de la malta (aproximadamente 1% en peso), aproximadamente 30 veces mayor que una concentración de calcio típico en el puré (aproximadamente 100

ppm). El experimento consistió en la adición de cantidades conocidas de suspensión de carbonato de calcio (es decir, suspendido, no disuelto) a una solución de fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) concentrada

4) comparable en concentración a la de fosfato dibásico (HPO_4^{2-}) concentrada en un puré típico, y monitorizando el cambio en el pH con el tiempo después de cada adición de tiza. La velocidad de cambio de pH correspondería a la tasa que la caliza absorbe los protones (ácido). Los resultados mostraron que el pH de la solución aumentó muy lentamente a medida que se añadió la tiza, típicamente 15-30 minutos para un cambio 0.1 pH en el rango de 4.6 a 5.5 pH, y 30-60 + minutos para el mismo cambio en el rango de

5.5-6. Esto sugiere que podría tomar 3 horas para elevar el pH desde 4.9 a 5.4. Además, la tiza parecía ser aproximadamente 1/3 tan eficaz como la que debería haber sido en elevar el pH de la solución. En otras palabras, el cambio en el pH fue de aproximadamente un tercio del resultado esperado basado en la cantidad de la adición.

Al final del experimento, se produjo un precipitado en el vaso de precipitados que parecía diferente de la tiza. El precipitado fue más esponjoso, y tendía a flocular; mientras

tiza no disuelto es un polvo cristalino fino, y si no precipitan, se necesita mucho tiempo para asentarse. El floculante se centrifugó de la solución y no efervesce cuando se trata con un ácido fuerte, como sucedería si contenía carbonato de calcio apreciable, pero se disolvió. A continuación, la solución se trató con una base fuerte para elevar el pH a 14. dio como resultado un precipitado cristalino fino. Esta inversión de nuevo a la apariencia original confirmó que el carbonato de calcio se había convertido a la apatita después de la adición a la solución de fosfato.

Una discusión más profunda del comportamiento Carbonato en el Mash

La ecuación química que puede explicar estas observaciones es similar a la ecuación de apatita de [Capítulo 4](#) . Mientras que la reacción de apatita toma el calcio existente, bicarbonato y iones fosfato para producir apatito, dióxido de carbono, agua y 2 iones de hidrógeno libres, la reacción de carbonato de calcio produce apatita, dióxido de carbono, agua, y 6 iones de bicarbonato.



California 10 (correos 4) 6 (OH) 2 + 12CO 2 + 12H 2 O + 2H + 1 (Ch. 4)

10CaCO 3 + 6H 2 correos 4 + 2H 2 O → Ca 10 (correos 4) 6 (OH) 2 +

10HCO 3-1 + 4H + 1 (teórico)

10HCO 3-1 + 4H + 1 → 4H 2 CO 3 + 6HCO 3-1

4H 2 CO 3 + 6HCO 3-1 → 4H 2 O + 4CO 2 + 6HCO 3-1

Los iones 10 bicarbonatos y 4 de hidrógeno reaccionan para formar 4 moléculas de ácido carbónico y 6 bicarbonatos, y los 4 moléculas de ácido carbónico se descomponen en dióxido de carbono y agua de acuerdo con el pK MARIDO constante. La teoría de Delange es que una adición de tiza suspendido al puré (es decir, en el rango típico pH puré) tiene un efecto neto de 0,3 equivalentes de alcalinidad por cada equivalente de la adición inicial. Tenga en cuenta que 10 moles de carbonato de calcio es igual a 20 equivalentes de carbonato de calcio, ya que tiene 2 equivalentes por mol.

La distribución de las especies de carbonato depende del pH como se muestra en [Figura 13 en Capítulo 4](#). Las especies de fosfato de malta (ex. H 3 correos 4, MARIDO 4-1, y HPO 4-2), comportarse

de manera similar, con el resultado de que el número de protones en realidad liberados por la reacción de apatito depende de sus proporciones relativas, y por lo tanto en el pH. La relación entre el pH y protones liberados se muestra en la

Figura 26 . En el intervalo de pH de 4 a 6, la curva muestra que un promedio de 14 protones son liberados por los diversos fosfatos por mol de apatita precipitó. En otras palabras, volviendo a la ecuación anterior, 10 milimoles (20 mEq) de tiza reaccionan para producir 1 milimol de apatito además de una media de 14 protones, es decir, a 20 mEq de alcalinidad reacciona para liberar 14 mEq de *acidez*, neutralización de 14 mEq de la adición 20 mEq, dejando sólo 6 mEq de alcalinidad izquierda a afectar el pH del puré. Esto es 30% de la adición prevista, y esto se debe únicamente al componente de calcio de la adición reaccionar con fosfatos de malta. Una adición de **carbonato de sodio (Na₂CO₃) no experimentaría esta reducción, ni tampoco bicarbonato de sodio.**

Número de protones liberados vs pH

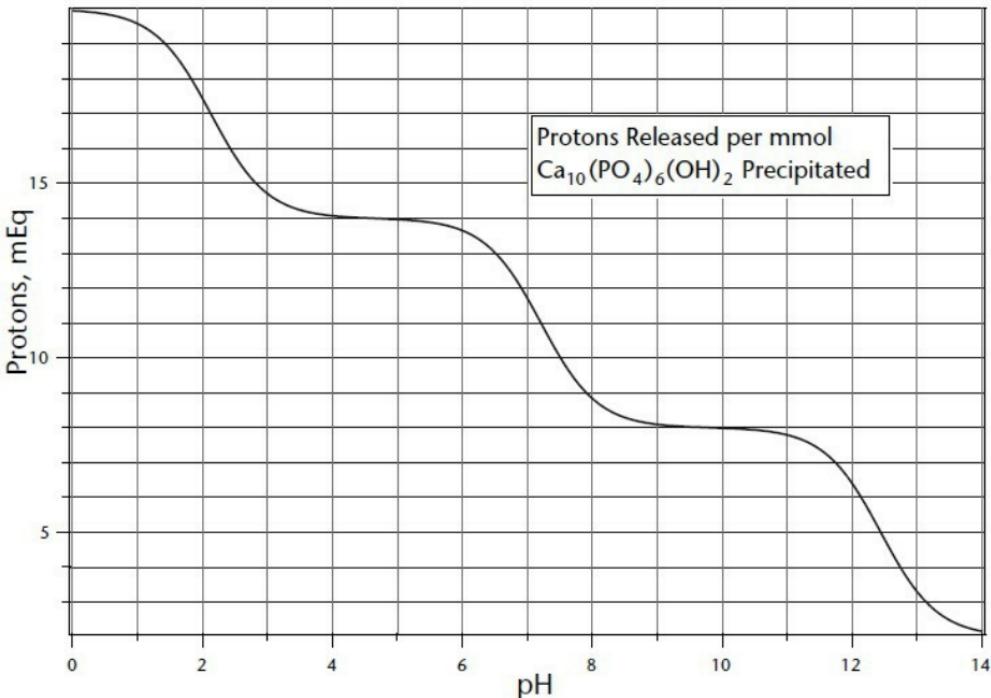


Figura 26-Esta gráfica muestra el número medio de protones (o mEq de acidez) que se liberan como resultado de la reacción de apatita entre el calcio y el fosfato de malta como una función del pH. Tenga en cuenta que el número promedio en el rango general de pH puré (4-6) es de 14 mEq / mmol. De DELANGE 9.

La eficacia de la cal frente a la tiza por un aumento de pH Mash

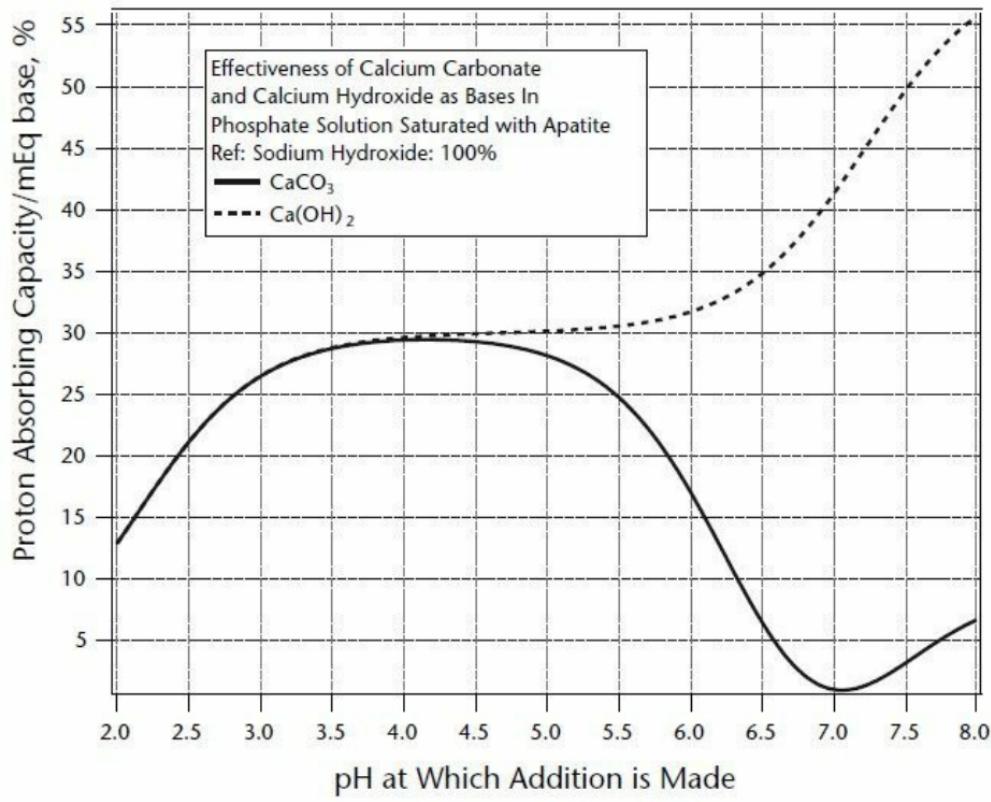


Figura 27: esta figura muestra la eficacia relativa de carbonato de calcio e hidróxido de calcio para la absorción de protones en un puré simulado (es decir, alcalinidad elevar), basado en la precipitación estequiométrica de apatita. Observe que el valor tanto para el carbonato de calcio e hidróxido de calcio es de aproximadamente 30% de la mEq de la suma en la región de 4-6 pH, pero que la eficacia de hidróxido de realidad aumenta a pH más alto, a diferencia del carbonato. De DELANGE 9.

Esto significa que 1 gramo de carbonato de calcio añadido

a 1 litro de agua en el puré contribuiría 20 mEq / L de calcio y 20 mEq / L de carbonato, pero el efecto neto es de unos 6 mEq / L de alcalinidad de que 1 gramo Además, (es decir, 6 mEq / L de iones de hidrógeno o acidez neutralizados). El 6 mEq / L de alcalinidad se puede añadir a la C

alcalinidad en el puré. Para los propósitos de calcular el efecto de la adición de calcio a partir de la adición de tiza en C τ RA, el calcio se ha ido-se precipita en forma de apatita-tan sólo se añade la alcalinidad red.

La experimentación adicional por Delange [9](#) encontrado que la duplicación de la adición que condujo a la hipótesis de 30% no tuvo ningún efecto adicional, y que una tercera adición varias horas más tarde realmente resultó en una disminución en el pH puré. Los resultados experimentales son válidas, pero sin explicación.

DELANGE advierte que la teoría '30%' es un hallazgo relativamente nuevo, y se debe utilizar con discreción, en todo caso. Mientras que la discusión anterior es consistente con las observaciones de Delange y otros fabricantes de cerveza que han experimentado una falta de respuesta con adiciones de tiza, puede haber factores adicionales, u otras explicaciones que son igual o más válida.

La conclusión es que las adiciones de tiza son *no recomendado* para elevar el pH mash-reacciona lentamente y es el menos eficaz de las opciones.

La adición de hidróxido de calcio (cal apagada)

El hidróxido de calcio se puede añadir al agua o en el puré. Si se añade al agua de infusión, la adición se puede calcular como un cambio en la alcalinidad residual Kolbach, ya que añade calcio y alcalinidad como mEq / L. Para una adición de 1 gramo / litro de Ca (OH) ₂ (27 mEq / L)

Este calcula como:

$$\Delta RA = 27 - 27 / 3,5 = 19,3 \text{ mEq / L o } 965 \text{ ppm como CaCO}_3$$

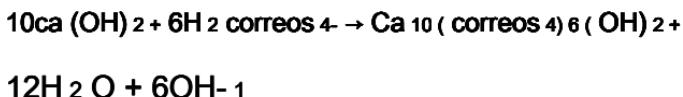
Esta cantidad es consistente con las observaciones de

M. Brungard [10](#) . Los números para 1 gramo por galón son 7.13 mEq / gal como alcalinidad total y $\Delta RA = 5,1 \text{ mEq / gal o } 255 \text{ ppm como CaCO}_3$

Si se realiza la adición de hidróxido de calcio al puré para ajustar el pH puré, entonces la adición necesita incorporar el concepto de Z alcalinidad como se hace en el caso

de adiciones de bicarbonato de sodio anteriores. Los moles de carbonatos totales (C_T) en el puré tendría que ser calculada basándose tanto en el pH del agua de escaldado y el pH objetivo puré (Z pH). El ΔRA de hidróxido de calcio (19,3 mEq / L o 5,1 mEq / gal) como se calculó anteriormente se añadió a la Z alcalinidad del agua en el puré. Tenga en cuenta que no hay un ajuste de Z para el hidróxido; que es una base fuerte y siempre contribuye 1 mEq / mmol, lo mismo que un ácido fuerte hace.

Además, el calcio de la adición de hidróxido de calcio al puré podría experimentar el mismo destino que el de carbonato de calcio [9](#), cuando se añade al puré. La ecuación de Kolbach para la alcalinidad residual incorpora factores de calcio y de magnesio reacciones pero la cantidad de reducción de la alcalinidad por Kolbach (reducción de 28,5%) no es consistente con la estequiométría de la ecuación de apatita. La ecuación de apatita teórico para el hidróxido de calcio es:



Aquí los productos de reacción son agua e hidróxido en lugar de bicarbonato, pero la reacción neta es el mismo: 20 equivalentes de alcalinidad de la hidróxido inicial convertido en sólo 6 equivalentes debido a la precipitación de apatita, es decir, una reducción del 70% en la alcalinidad contribuido. Debemos tener en cuenta que esta ecuación es simplemente una reacción fuera de los varios que pueden ser de origen dependiendo de las concentraciones y formas de los fosfatos presentes en el puré.

Una serie de experimentos se llevó a cabo por Delange ⁹ con hidróxido de calcio (cal apagada) usando el mismo procedimiento que para los carbonatos. Una vez más, el 80 ° L malta de caramelo se molió fino y triturada con agua destilada, y se verificó el pH DI del puré. Se añadió hidróxido de calcio, y se registró el cambio en el pH puré con el tiempo. La tasa de cambio de pH era mucho más rápido; las adiciones de hidróxido sólo se tarda unos 4 minutos para el cambio de 0,1 pH para estabilizar toda la gama de 4/6 a 5/5, donde las reacciones fueron más rápida. A mayor pH de la solución (5,5-6,0), la tasa de cambio de pH también se desaceleró para las adiciones de hidróxido, pero no por el orden de magnitud exhibida por los carbonatos. Sin embargo, hubo algunas dudas en cuanto a la

Este conjunto de experimentos demostró que la cinética de la reacción eran mejores, pero no dio una buena indicación del número de mEq para ser realizado a partir de las adiciones.

La cuestión de la cantidad de reducción que se puede esperar se abordó mediante la adopción de una solución de hidróxido de calcio de alta pureza de 116 mEq (calculados) y de añadir a la 80 ° L caramelo puré malta. Usando la curva de valoración 30 minutos para esta malta como se muestra en [Capítulo 5](#) , 116 mEq deberían haber desplazado el pH [DI de esta malta](#) a aproximadamente 6,40 pH a 48 ° C. El resultado real en $t = 30$ para que la adición fue un pH de

5,87, lo que corresponde en que la curva a una adición de aproximadamente 83,5 mEq o 72% de la adición total. Tenga en cuenta que esto es muy cercano a la predicción Kolbach. En $t = 120$ minutos, el pH había caído a 5,78 o aproximadamente 66% de la adición total, pero este período de tiempo y el resultado está fuera de los parámetros de la curva de respuesta de titulación de la malta. Los resultados sugieren que la ecuación de Kolbach es válido para las adiciones de hidróxido de calcio, al menos dentro del tiempo de maceración típico de 1 hora. Como el tiempo de maceración se hace más largo, más reacciones de tipo apatita pueden ocurrir que se tire el puré

pH inferior a la estequiométrica neto 30% de la adición.

La adición de hidróxido sódico o potásico

La adición de sodio o hidróxido de potasio al puré o el agua no causa una reacción de apatita, por lo que el efecto sobre el pH puré es más directo. Como se discutirá en [Capítulo 7](#), No se recomiendan generalmente los niveles de sodio por encima de 100 ppm, aunque las personas probablemente tienen diferentes tolerancias a sodio en la cerveza, similar a la tolerancia a la sal en la comida.

Algunas referencias, tales como Taylor [3](#), estando que el umbral de sabor desagradable para el sodio es tan alta como 250 ppm. Otros fabricantes de cerveza, tales como uno de los autores, C. Kaminski, han recomendado no más de 50 ppm como la directriz.

El contenido de potasio de cerveza aparece comúnmente como siendo aproximadamente 40 mg / 100 gramos o 400 ppm, y Taylor [3](#) estados El contenido de potasio de un P cerveza 10 ° a partir de agua desionizada como 355 ppm. El contenido de potasio de zumo de naranja, para la comparación, aparece comúnmente como siendo aproximadamente 1800 ppm. Una concentración de potasio 1,800 ppm en la cerveza podría no ser agradable al paladar, pero la adición de cantidades significativas (~ 200 ppm K + 1) de potasio

cloruro de hidróxido o de potasio al agua / cerveza probablemente no se dio cuenta.

Un gramo por litro de hidróxido de sodio se agrega 25 mEq / L de alcalinidad y 575 ppm de sodio. Un gramo por litro de hidróxido de potasio añade 17,8 mEq / L de alcalinidad y 697 ppm de potasio.

Para hacer una solución normal 1:

Disolver 40 gramos de hidróxido de sodio en agua suficiente para hacer una solución de 1 litro. Disolver 56 gramos de hidróxido de potasio en agua suficiente para hacer una solución de 1 litro.

Nota: Tanto hidróxido de sodio y de potasio hidróxido son cáusticos fuertes y no debe entrar en contacto con la piel, incluso en forma seca. Use equipo de protección personal adecuado y consultar el MSDS antes de manejar.

Tabla 14-Resumen de métodos para aumentar la alcalinidad Método

comentarios

Sodio

Para el ajuste de la alcalinidad total del agua:

Bicarbonato	1 gramo por galón = 72,3 ppm Na + 1, 188 ppm HCO₃₋, 3,04 mEq / galón alcalinidad. 1 gramo por litro = 273,7 ppm Na + 1, 710,5 ppm HCO₃₋, 11,8 mEq / litro alcalinidad. Para el ajuste puré a Z pH: 1 gramo por galón = 72,3 ppm Na + 1, 3,04 mEq / galón alcalinidad.
Eficacia: Bueno	
La seguridad: Bajo	
Peligro	1 gramo por litro = 273,7 ppm Na + 1, 11,9 mEq / galón alcalinidad.
	Véase el texto para adiciones a la masa de la alcalinidad y Z.
Tiza	No se recomiendan las adiciones tiza en polvo. Los resultados son impredecibles, pero generalmente ineficaces para aumentar la alcalinidad y el pH puré.
<i>Puede ser disuelto en agua con CO₂ sobrerepresión o ácido.</i>	Si se disuelve en agua antes de la adición, se comportará como bicarbonato de sodio. Véase el texto para explicación completa.
Eficacia: Pobre	
La seguridad: Bajo	
Peligro	
cal apagada	1 gramo por galón = 142,9 ppm de Ca + 2, 121,2 ppm OH⁻, 7,1 mEq / galón alcalinidad 1 gramo por litro = 540,9 ppm de Ca + 2, 458,8 ppm OH⁻, 27 mEq / galón alcalinidad DRA = 5,1 mEq / gal DRA = 19,3 mEq / L
Eficacia: Bueno	
La seguridad: Moderar	
Peligro	Se puede añadir al agua o en puré. La velocidad de reacción es aceptable: 04/09 hasta 05/04 pH en 15-20 minutos.

Sodio	1 gramo por galón = 152 ppm Na + 1, 112,3 ppm OH-, 6,6 mEq / galón alcalinidad 1 gramo por litro = 575 ppm Na + 1, 425 ppm OH-, 25 mEq / litro alcalinidad
Hidróxido	
<i>Se puede añadir al agua o puré.</i>	Disolver 40 gramos de agua suficiente para hacer un 1 litro, solución 1N.
Eficacia: Bueno	
La seguridad:	
Peligroso	
Hidróxido de potasio	1 gramo por galón = 184,1 ppm K + 1, 80,0 ppm OH-, 4,7 mEq / galón alcalinidad 1 gramo por litro = 697 ppm K + 1, 303 ppm OH-, 17,8 mEq / alcalinidad litros
<i>Se puede añadir al agua o puré.</i>	Disolver 56 gramos de agua suficiente para hacer un 1 litro, solución 1N.
Eficacia: Bueno	
La seguridad:	
Peligroso	

referencias

1. Brungard, M., Conocimiento agua,

<https://sites.google.com/site/brunwater/waterknowledge>,

2013.

2. Latham, B., *El ablandamiento del agua*, Revista de la Sociedad

de Arte, Vol. 32, Londres, 1884.

3. *Handbook of Brewing*, 2 Dakota del Norte Ed., Sacerdote y Stewart,

4. Briggs, et al., Malteado y Brewing Science, Vol. 2, Chapman y Hall, Londres, 1981)

5. Troester, K, el efecto de Brewing Agua y Grist

Composición en el pH de la Mash, Braukaiser.com, 2009.

6. Sykes, WJ, Ling, AR, Principios y Práctica de Brewing, 3 rd Edición, Charles Griffin y Co. Ltd., Londres, 1907.

7. Delange, AJ, Reducción de alcalinidad con ácido,

wetnewf.org/pdfs/alkalinity-reduction-with.html 2013.

8. Kolbach, P., *La influencia de la elaboración de la cerveza en el agua*

pH de mosto y cerveza, VLB mensual para Brewing, P Kolbach Ed., Vol 6, Número 5, mayo de 1953, Berlín. Traducido por DELANGE y Troester,

wetnewf.org/pdfs/Brewing_articles/KolbachPaper.pdf

9. Delange, AJ, tiza,

www.wetnewf.org/pdfs/chalk.html 2013.

10. Brungard, M., comunicación por correo electrónico, 2013.

1* La verdadera fuente y la pureza del hidróxido de calcio no se conocía, después de haber sido comprado muchos años antes en una tienda de alimentación homebrew. La titulación mostró que sólo probado para el 53% de la alcalinidad típico de hidróxido de calcio, y que de hecho contiene alguna medida de carbonato de calcio y otras impurezas.

Ajuste de Agua para Estilo

Ajuste del agua para una cerveza específica es una de las partes más difíciles de crear una receta. Hay un montón de decisiones, una gran cantidad de opciones y mucha libertad de acción. No hay agua perfecta individual para un estilo específico, pero elaboración de la cerveza elección del agua y el estilo puede evolucionar de la mano para alcanzar una receta perfecta.

Los requisitos principales para agua de escaldado son que mashes en en el intervalo de pH objetivo (típicamente 5.2 a 5.6 pH a 68 ° F) y que carácter del sabor del agua debe mejorar el carácter de cerveza y no en detrimento de ella. Muchos grandes recetas de cerveza han sido desacreditada debido a la falta de comprensión acerca de la relación entre el estilo y las opciones de agua utilizadas para crear la receta. Afortunadamente, ahora es cada vez más común que las recetas que incluyen

información sobre el agua.

Otro error común es pensar que el agua de una famosa región de elaboración de la cerveza no se ajustó antes de su uso en la fábrica de cerveza. Cerveceros han estado modificando (jugando) con su agua durante cientos de años. consultores privados de agua han existido desde hace al menos 100 años y probablemente mucho más tiempo. En 1935, Wallerstein publicó Laboratorios, *El tratamiento de la elaboración de la cerveza de agua en la luz de la química moderna*. En el resumen afirman, “Cada agua de infusión debe ser cuidadosamente estudiada y tratada de acuerdo a sus necesidades específicas. Durante más de 20 años hemos realizado el tratamiento del agua de escaldado nuestro estudio especial, el suministro de la cerveza con los particulares Burton sales Wallerstein necesarias para mejorar y corregir su agua de elaboración de la cerveza “.

Somos fabricantes de cerveza-experimentamos, nos ajustamos, nunca dejamos de ser creativo.

Cómo Preparar serio buena cerveza

Paso 1-Comprar un medidor de pH

No hemos pasado los dos primeros tercios del pH definir libro, que describe los factores que afectan el pH, y discutir métodos para ajustar el pH puré, sólo para tirar todo a un lado y decir: "No se preocupen por el pH puré, éste será . lo suficientemente cerca" Ese es el tipo de cosa que diga principiantes: "no se preocupe, todo el mundo se cae en un primer momento; simplemente divertirse!" Usted no es un principiante. Si usted es serio sobre la elaboración de la cerveza buena cerveza, entonces tiene que ser serio sobre la medición de sus resultados y alcanzar sus objetivos. Para poder visualizar una meta, planificar un curso de acción, y consistentemente lograr el objetivo es la marca del experto.

Así que para ese fin, salir y comprar un buen medidor de pH. Las tiras de prueba son para aficionados. Tomar en serio su cerveza.

Para obtener más información sobre los medidores de pH, consulte [Apéndice A](#).

Históricos Waters, tratamientos y Estilos

El agua es uno de los factores que hacen que las cervezas de una región

único. Un gran ejemplo es la cerveza Pilsner estilo. El agua muy blanda de Plzen influenciado todos los aspectos del estilo; malteado, maceración, los sabores de malta resultantes, la selección de variedades de lúpulo y el horario de salto que empareja mejor con esos sabores. Volver a crear un Pilsner con agua muy diferentes es uno de los mayores desafíos que un fabricante de cerveza puede llevar a cabo. Ahora, con la disponibilidad de sistemas de ósmosis inversa, es mucho más fácil de construir el tipo adecuado de agua para un estilo particular. Pero ¿cuál es el tipo correcto de agua? Históricamente, los fabricantes de cerveza han recurrido a las composiciones de agua de algunas de las famosas ciudades elaboración de la cerveza y trató de replicar esas aguas para preparar el mismo estilo de cerveza. Libros como el *American Book práctico de elaboración de la cerveza, malta, y Operaciones Auxiliares* (1902), el libro Wallerstein Laboratorios mencionado anteriormente, y

Malteado y Ciencia Brewing (1981) han incluido todos ellos composiciones de agua para ayudar a los lectores a comprender la relación entre la composición del agua y el estilo de cerveza. Los perfiles de **Tabla 15** son comúnmente citados ejemplos, pero no podemos tomar estos números Evangelio simplemente porque han sido publicados; tenemos que entender la

* valores de Ra se dan como CaCO_3 en partes por millón (ppm). RA se calcula a partir del perfil y se redondea al número entero más cercano. Fuentes: Burton - malteado y Brewing Ciencia Vol. 1, Dortmund - Noonan, G., Nueva Brewing Cerveza Lager, Dublín - La práctica Brewer, Edimburgo - Noonan, G., Nueva Brewing Cerveza Lager, Londres - Westermann y Huige, La tecnología de fermentación, Munich - Malting y Brewing Ciencia Vol. 1, Pilsen - WahlHenius, Americana práctico libro, Viena - Noonan, G., Nueva Brewing Cerveza Lager

La Balanza de miliequivalentes

Para una composición de agua sea válida, las sumas de cargas aniónicas y catiónicas debe ser igual (o casi igual, para permitir pequeños errores). La forma más fácil de evaluar esto es dividiendo todas las concentraciones de iones por el peso equivalente apropiado para convertir cada concentración a miliequivalentes por litro. Lo mejor es que la alcalinidad se represente como "alcalinidad total como CaCO_3 ." Porque si el listado es sólo para el bicarbonato, que tendrá que calcular la alcalinidad total basado en el pH del agua. Si el pH del agua es de aproximadamente 8 a 8,6, entonces el bicarbonato es de aproximadamente 97% de la alcalinidad total y se puede usar el factor de conversión simple, alcalinidad total como $\text{CaCO}_3 = 50 \times \text{HCO}_3^- / 61$, para convertir entre los dos valores con confianza. Si no se da el pH del agua, se puede asumir por el bien del argumento de que el pH del agua es, probablemente, de 7,5 a 8,5, más

aguas potables son y proceder usando el factor de conversión anteriormente, pero la alcalinidad total pueden ser insuficientemente representadas. Esta es un área donde los pequeños errores (<1 mEq)

puede manifestarse. Para más información sobre miliequivalentes equilibrar y carbonato especies distribución, véase [Apéndice D](#).

Si la diferencia entre las sumas es mayor que 1 mEq, entonces la causa de la discrepancia puede deberse a que el informe se compiló a partir de diferentes lugares alrededor de la ciudad, o en momentos diferentes durante todo el año, o por alguna otra razón.

Por ejemplo, el Dortmund Perfil en [Tabla 15](#) convierte a las siguientes miliequivalentes por litro.

Dortmund (de la Tabla 15)

ca + 2 mg + 2 HCO 3-1 Na + 1 Cl 1 ASI QUE 4-2 Suma (+) suma (-)

mg / L	225	40	180	60	60	120
--------	-----	----	-----	----	----	-----

mEq / L	11.25	3.3	3.6	2,6	1,7	2,5	17.2	7.8
---------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----

Resumiendo el catión mEq / L da $11.25 + 3.3 + 2.6 = 17.2$

Resumiendo el anión mEq / L da $3,6 + 1,7 + 2,5 = 7,8$

El equilibrio iónico es bastante lejos, y por lo tanto las concentraciones de iones dados probablemente no son representativos de la real de agua, aunque pueden estar cerca. El siguiente es otro perfil de Dortmund, a partir [Tabla 16](#).

Dortmund (de la Tabla 16)

ca + 2 mg + 2 HCO 3-1 Na + 1 Cl 1 ASI QUE 4-2 Suma (+) suma (-)

mg / L	230	15	235	40	130	330
--------	-----	----	-----	----	-----	-----

mEq / L	11,5	1,2	3,8	1,7	3,7	6,9	14,5	14,4
---------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Aquí se puede ver que las sumas de los cationes y aniones son casi iguales, y las mayores diferencias entre los dos perfiles son los niveles de cloruro y de sulfato. El primer perfil no es necesariamente malo, pero es desequilibrada y por lo tanto no es una descripción precisa de un agua de origen natural. Un fabricante de cerveza tratando de replicar el agua tendría un momento difícil conseguir las mismas concentraciones, pero la replicación no es el objetivo real; el objetivo es una cerveza de buen sabor en ese estilo. Además, tenga en cuenta que los fabricantes de cerveza en esa ciudad pueden tener

modificado el agua también.

Los siguientes perfiles fueron cuidadosamente investigados por Martin Brungard, un ingeniero civil y ambiental que se ha especializado mucho en ingeniería de recursos hídricos. Estos perfiles deben ser más representativa de la composición real de agua en cada ciudad (o al menos en un lugar en cada ciudad). Comparando las dos tablas muestran algunas diferencias.

Tabla 16-Ion Brungard Perfiles de elaboración de la cerveza de las principales ciudades 1.

—

Ciudad / estilo de Ca + 2 mg + 2 HCO 3-			Na + 1 cl-	ASI QUE 4AR * Suma		Suma
	1	1		2	(+)	
Pilsen / Pilsner	7	2	dieciséis	2	6	8
Dublín/ Stout seca	120	4	315	12 19 55 170	6,9	6,8
Dortmund / Export Lager	230	15	235	40 130 330 20	14,5	14,4
Viena / Viena Lager	75	15	225	10 15 60 122	5,4	5,4
Munich/	77	17	295	4	8 18 177	5,4

Dunkel												
Londres /	70	6	166	15	38	40	82	4,6	4,6			
Bitter												
Edimburgo /	100	20	285	55	50	140	150	9				9
Scottish Ale												
Aparejo/	275	40	270	25	35	610	1	18,1	18,1			
cerveza pálida												
India												

* *valores de Ra se dan como CaCO₃ en partes por millón (ppm). RA se calcula a partir del perfil y se redondea al número entero más cercano.*

El dogma de la Virgen de Agua

Una de las razones por las concentraciones en [Tabla 15](#) No sumando igualmente podría ser que son los promedios de varias fuentes alrededor de la ciudad. Por ejemplo, tome Burton-UponTrent: es probable que haya oído que Burton agua es el ideal del agua cerveza clara, y probablemente piensa que desea replicar exactamente esta agua para preparar mejor el estilo. Sin embargo, la excavación más profunda en la historia de la región muestra que el agua no siempre era así de duro o sulfúrico. En el libro, *IPA: Técnicas de elaboración de la cerveza, recetas y la Evolución de la India Pale Ale*, por M. Steele [2](#), el autor afirma que las primeras cervecerías perforan pozos poco profundos

Cerca del río Trent, a una profundidad de aproximadamente 30 pies (9m). Sin embargo, como la industria de elaboración de la cerveza y la población creció, los ríos y pozos locales se convirtieron contaminada con desechos humanos. Como resultado, los nuevos pozos fueron cavados más lejos del río y más profunda (100-200ft / 30-60m) para encontrar agua limpia. Los datos de Worthington para pozos de poca profundidad y profundos muestra una diferencia de casi 3 veces más “Sulfato de Lime” (yeso) y la mitad de la “carbonato de cal” (carbonato de calcio) en los pozos profundos frente a la poca profundidad.

Muchos métodos de ajuste de agua modernas para cervezas se pueden remontar a los cambios experimentados en Burton-upon-Trent. De hecho, el término, “Burtonizing,” fue acuñado en 1882. Además, el *IPA* libro cita, “Un *Manuel sistemático de elaboración de la cerveza Práctico*” por Southby en 1885, y muestra un cuadro comparativo de varias fuentes de agua alrededor de Inglaterra, como por ejemplo, “Por encima de Marl Burton”, “Burton continuación Marl”, “Valle del Támesis, pozo profundo”, y otros. (Marl es un depósito arcilloso o limo-como que contiene una alta proporción de calcita o otros minerales de calcio.) De interés son los parámetros utilizados para comparar estas fuentes: “carbonatos de cal y magnesia precipitaron en ebullición”, “cal no

precipitaron en ebullición “,‘ácido sulfúrico,’y‘ácido nítrico’. Claramente, los fabricantes de cerveza en la región Burton estaban tomando medidas para evaluar y ajustar cada fuente de agua para satisfacer sus necesidades.

Por lo tanto, a ciegas copiar estos perfiles de las aguas por los números puede ser engañoso. Sin embargo, la comprensión de la historia de la región puede ser un buen punto de partida cuando se trata de planificar el perfil de las aguas de un estilo.

El papel de la calefacción en Descarbonatación

Calefacción y de ebullición pueden tener un gran efecto sobre la dureza y la alcalinidad del agua. Como se señaló en [Capítulo 4 , La dureza temporal](#) (el bicarbonato en el agua) se precipitará como carbonato de calcio debido a que el aumento de la temperatura provoca un cambio en la presión parcial de equilibrio del dióxido de carbono, causando CO₂ a salir de la solución, el pH se eleve, el bicarbonato para convertir en el carbonato, y por lo tanto sobre-saturación de carbonato de calcio en solución. Típicamente, el carbonato de calcio precipita hasta que el primero de calcio o carbonato alcanza una concentración de 1 mEq / L. Por ejemplo, mira el perfil de las aguas de Múnich [Tabla 16](#) extractado abajo.

Ciudad de Ca + 2 mg + 2 HCO 3-	Na + 1 cl-	ASI QUE 4RA suma	Suma
	1	1	
	4	(+)	(-)

Múnich 77 17 295 4 8 18 177 5.4 5.4

Las concentraciones de calcio y bicarbonato son altos, y la alcalinidad residual es comparable a Dublín, Irlanda. ¿Cómo esta ciudad se convierte reconocido para elaborar cerveza pálida Munich Helles, y ámbar Oktoberfest? Una respuesta puede ser la disminución de la alcalinidad de pre-hervir el agua, como se discutió en [Capítulo 6](#). Este mecanismo puede disminuir en gran medida la alcalinidad por precipitación de la dureza temporal y decantar el agua del sedimento. La solubilidad típica de carbonato de calcio a presión atmosférica normal (presión parcial de CO₂ =

~ 0.0003-0.0005 atmósferas) es de aproximadamente 1 mEq / L o 20 ppm de Ca + 2 y 50 ppm de CO₃₋₂. Por lo tanto, de ebullición reducirá la dureza temporal a aproximadamente esos niveles,

suponiendo ideales condiciones. El calcio y el bicarbonato de reaccionar sobre una base mEq 1-a-1, de modo que divide las concentraciones por encima de los pesos equivalentes da 3,85 mEq / L de calcio y 4,81 mEq / L de bicarbonato. Suponiendo 1 mEq / l de calcio (es decir, 20 ppm) sigue siendo, que

significa que 2,85 mEq / L de calcio reaccionaría con 2,85 mEq / L de bicarbonato, y que dejaría (4,81-2,85 = 1,96 mEq / l); alrededor de 120 ppm de HCO_3 que queda en solución. La composición del agua de aproximadamente después de la ebullición sería:

Ciudad de Ca + 2 mg + 2 HCO_3	Na + 1 cl-		ASI QUE 4RA suma		Suma (+)	Suma (-)
	1	1	2	(+)		
Múnich 20	17	120	4	8 18 74 2,6		2,6

Este es un gran cambio en la alcalinidad residual del agua, desde 177 a 74, y puede haber permitido a la elaboración de la cerveza de estilos de color más claro.

El papel de la reinheitsgebot

El Reinheitsgebot, la ley de pureza alemana adoptada en 1516, hecho puré lograr el pH adecuado con maltas de luz aún más difícil. Sólo el uso del agua, malta, lúpulo, levadura y se les permitió en la fabricación de cerveza. no se permitió que la adición de sales de elaboración de la cerveza. no se permitió que la adición de ácidos minerales. En su lugar, la acidificación de la masa se lleva a cabo mediante el uso de Sauermalz (malta agria, es decir, malta que se rocía con la hierba y lactobacillus-agriado

secado) y el desarrollo de procesos de maceración decoccción (melanoidina). Un resto ácido de largo en 86 a 126 ° F / 30-53 ° C también fue utilizado por muchas fábricas de cerveza. La temperatura de resto ácido promueve la actividad de la enzima fitasa y favorece el crecimiento de *Lactobacillus*.

El Reinheitsgebot y Biergesetz de 1993 adiciones prohíben agua, pero que no impide la eliminación de elementos desde el agua, y descarbonatación por calentamiento y cal apagada

tratamiento son a la vez común en Alemania.

Descarbonatación por cal apagada fue patentado en 1841 por Thomas Clark, un químico británico. Varias patentes similares se presentaron en los últimos años como los intentos de mejorar este método, pero el proceso básico Clark ha pasado la prueba del tiempo y todavía está en uso hoy en día. El ablandamiento con cal tiene la ventaja de precipitar el hierro y la dureza de manganeso, así como la dureza de carbonatos. Más información sobre el ablandamiento con cal se proporciona en [Capítulo 6](#).

La conclusión es que los ingredientes específicos y métodos de elaboración afectan el sabor de la cerveza. Hacer estas elecciones y encontrar el equilibrio adecuado son parte del arte de la cafetera.

Efectos de iones de sabor

Suponiendo que tenemos un agua que alcanza nuestra pH objetivo, el siguiente punto de la agenda es el efecto de sabor de los iones. En la cerveza, algunos iones tienen sabores fuertes, como cloruro y sulfato; otros son bastante neutral, como el calcio; y otros son normalmente lo suficientemente baja en la concentración que se mantienen por debajo de umbral de sabor, como el bicarbonato. A veces, un fabricante de cerveza sólo puede percibir la diferencia un ion crea por la forma en que afecta a los sabores de los saltos o la malta.

Los iones que están más preocupados con son, por supuesto, calcio, magnesio, bicarbonato (alcalinidad), sodio, cloruro y sulfato. Se debe recordar que todos los iones se añaden en forma de una sal y no se puede añadir cualquier ion sola sin añadir el catión o anión asociado. Por ejemplo, cuando se añade cloruro de calcio estamos añadiendo tanto de calcio como iones cloruro. Es difícil añadir más alcalinidad a un agua blanda sin añadir dureza o de sodio significativo. A menudo es un caso de dos pasos adelante, un paso atrás.

Calcio

El calcio es el amigo de todos los fabricantes de cerveza que elaboran cerveza con

agua alcalina. La reacción con fosfatos de malta es uno de los mecanismos principales para la caída de puré pH. Es notable sin sabor. Protege, se estabiliza, y promueve la actividad de la enzima en el puré. Ayuda en la coagulación de la proteína, la formación de turbio, precipitación de oxalato, metabolismo de la levadura, y la floculación de levadura. Los niveles de calcio en el agua necesitan ser lo suficientemente alta para llevar a niveles suficientes a través de la ebullición y la fermentación. Se recomienda un rango de 50-200 ppm en el agua durante el puré. La regla de una antigua fábrica de cerveza del pulgar al elaborar cerveza con agua blanda fue la de añadir 2/3 de la adición de minerales a la masa y 1/3 a ebullición para asegurar que el calcio suficiente estuvo presente en buena claridad, aunque la cantidad real de la adición total para una buena claridad no fue mencionado. El calcio (y carbonato) no se percibe que tienen efectos de sabor,

Magnesio

El magnesio se añade usualmente en forma de sal de Epsom

(MgSO₄), lo que también contribuye a la carga de sulfato de la cerveza. El magnesio funciona media así como el calcio en la reducción de pH puré debido a la mayor solubilidad de fosfatos de magnesio e hidróxido de magnesio respecto a hidroxilapatita.

El magnesio es reconocido como un nutriente de levadura necesaria a 5 ppm, pero la hierba de cebada contiene típicamente mucho más que la levadura requeriría (c. 100 ppm @ 12 ° P). Algunas fuentes indican que 40 ppm debe ser la máxima concentración, ya que se dice que tiene un sabor amargo. los

Manual de Buenas Prácticas de EBC, vol. 13-La trituración y separación del puré, estados, “a baja concentración (menos de 7,1 mEq de MgSO₄), que no afecta el sabor de la cerveza. . A niveles más altos de iones de magnesio puede impartir un sabor agrio y amargo desagradable a la cerveza”(Nota: 7.1 mval = 7,1 mEq / L = 86 ppm de magnesio.) Algunos cerveceros creen que tener un nivel mínimo de Mg en la cerveza contribuye en gran medida a el sabor. A lo mejor de nuestro conocimiento, no se han realizado estudios para determinar este nivel, pero uno de los autores (C) Kaminski, jura por la adición de pequeñas adiciones de sal de Epsom a las cervezas oscuras, como portero, para lograr una

mínimo de 30 ppm Mg en el agua que entra en el puré.

Sulfato

Sulfato es un carácter definitorio del agua de Burtonupon-Trent. Mientras que el suministro municipal Burton-upon-Trent se requiere por ley para no exceder los niveles de sulfato de 250 ppm, algunos pozos pueden ser tan alta como 850 ppm.

Sulfato puede hacer que el carácter de lúpulo más firme, o la secadora, pero muchos cerveceros encuentran en niveles muy altos que reduce la calidad de la amargura y se puede degustar mineralidad. En cantidades relativamente moderadas (200-400 ppm) se dice para aumentar el “tiempo de desconexión” de la amargura, y acentuar el sabor y aroma a lúpulo. Sin embargo, muchos fabricantes de cerveza lager checas y alemanas evitar sulfatos por completo, porque se encuentran con que arruina el carácter a lúpulo noble suave de cervezas estilo Pils y Helles. La forma más común para añadir sulfato es mediante la adición de yeso.

Cloruro

El cloruro es una adición común para agua y cerveza. Proporciona un redondo, más completa, más dulce calidad al carácter de la malta y la cerveza. Puede ser agregado al agua como

CaCl₂ con el fin de añadir calcio para reducir la alcalinidad residual, o se puede añadir a la ebullición como CaCl₂ o NaCl (uso de la sal no yodada, libre de agentes antiapelmaantes) con el fin de redondear el carácter de la malta.

Chloride se dice que es corrosivo para el equipo fábrica de cerveza, incluyendo acero inoxidable, a concentraciones mayores de 100 ppm. Las concentraciones mayores de 300 ppm pueden tener efectos negativos en la clarificación de la cerveza, el cuerpo y la estabilidad coloidal. Las concentraciones por encima de 400 ppm se dice que tienen efectos adversos sobre el sabor de la cerveza. velocidad de fermentación se ve afectada cuando la concentración supera 500 ppm. Estamos recomendando que la concentración en el agua de maceración sea superior a 200 ppm.

Sodio

De sodio parece ser el hijastro bastardo de los iones de elaboración de la cerveza, y en muchos aspectos, lo es. Es difícil añadir alcalinidad al agua sin la adición de sodio, ya sea como bicarbonato de sodio, o como hidróxido de sodio. Es un subproducto común de intercambio de iones para ablandar el agua, y es mayor parte no afectados por otros tratamientos de agua, sino que también es difícil de eliminar de la fuente de agua. Existen

versiones de potasio de las mismas sales, pero mosto de cebada contiene concentraciones altas ya (c. 400 ppm @ 10 ° P). A bajas concentraciones, se dice de sodio para endulzar el carácter de la malta. De acuerdo con la *M* de *Buenas Prácticas de EBC, vol. 13*, cuando el sodio se asocia con cloruros (sin nivel dado), sodio da un sabor salado a concentraciones mayores

de 150 ppm. A

inferior

concentraciones (<150 ppm) que actúa para mejorar la sensación en la boca y plenitud en cervezas pálido. Los EBC otros estados manuales que ale cervezas son menos afectados por el cloruro de sodio que cervezas lager. Estamos recomendando que la concentración en el agua de maceración sea superior a 100 ppm.

Sulfato-a-ion cloruro

La relación de sulfato a cloruro se dice que influyen en gran medida el lúpulo-a-malta o sequedad a plenitud equilibrio de la cerveza. También se ha sugerido que la relación es más importante para el equilibrio de las cantidades reales. Sin embargo, el sentido común nos dice que una cerveza con una proporción de 5: 1 que consiste en 5 ppm de sulfato y 1 ppm de cloruro sería indistinguible de la misma cerveza con un 5

relación ppm ppm a 5. Claramente, un nivel mínimo de sulfato y concentración de cloruro debe estar presente en la cerveza para que tenga un efecto notable, en algún lugar en el rango de 50-150 ppm. Por supuesto, el primer pensamiento que tiene el diseño de una nueva receta de cerveza clara es que desea un carácter a lúpulo crujiente con un buen acabado a malta redonda, y que tendría la tentación de maximizar ambos (por ejemplo, 400 ppm). Sin embargo, los altos niveles de ambos pueden degustar mineralidad y áspera. La experiencia del autor (C. Kaminski) con cerveza clara, el trigo, el IPA, y otros productos de la base en su cervecería en los últimos diez años ha demostrado que el efecto es real, si se aplican dentro de las siguientes pautas:

- La relación de sulfato a cloruro es un medio útil para aprovechar el equilibrio de sabor de una cerveza. El intervalo útil de la relación es de 9 a 0,5, predominantemente para cervezas. lagers Pale y ligeras que dependen de aroma a lúpulo noble fina son más sensibles a los niveles de sulfato y niveles inferiores de sulfato de (<100 ppm) se recomienda generalmente.
- La relación de sulfato a cloruro no es magia-una proporción de 30:30 ppm no es igual a 300: 300 ppm, a pesar de

referencias publicadas que sugieren que.

- Basándonos en nuestra experiencia, un nivel mínimo de cloruro de afectar el sabor de la cerveza es aproximadamente 50 ppm, y el máximo probablemente debería ser de 200 ppm. Basándonos en nuestra experiencia,
- un nivel mínimo de sulfato de afectar el sabor de la cerveza es probablemente alrededor de 50 ppm, y el máximo probablemente debería ser de 500 ppm. Cabe señalar que, aunque unas cervezas se han hecho con niveles de sulfato inferior o igual a 800 ppm, muchas personas pueden ser sensibles a altos niveles de sulfato y puede causar malestar gastrointestinal.

Lo bueno de experimentar con la relación sulfateto-cloruro en una cerveza es que se puede hacer en el vaso. Un experimento fácil es tomar varios vasos de cerveza y las dosis con diferentes cantidades de **CaCl₂ y CaSO₄**. Para ello, disolver una cucharadita (unos pocos gramos) de **CaCl₂ y CaSO₄** en vasos separados de agua tibia. **CaSO₄** es difícil de disolver por lo agitar a fondo; la mayor parte del tiempo se disuelva. Utilice una paja o cuentagotas para añadir unos cuantos mililitros de una u otra solución y sabor

la cerveza. Usted aprenderá la diferencia de la relación puede hacer de primera mano.

La construcción de elaboración de la cerveza de agua desde cero

Cerveceros han ido añadiendo sales minerales para elaborar cerveza agua durante cientos de años, y si bien los nombres de las sales y las unidades pueden haber cambiado, la intención no ha: aumentar el calcio y controlar la alcalinidad para mejorar la cerveza. Cerveceros de hoy en día tienen un lujo que los cerveceros históricos no lo hicieron: fácil acceso a desionizada o agua de ósmosis inversa que permite al fabricante de cerveza a construir un perfil mineral deseado a partir de cero.

Generalmente hablando,

estos tratamientos de agua

eliminar casi todos los minerales del agua. Sin embargo, si esta agua se deja expuesto al aire, dióxido de carbono se disolverá en del aire y el pH del agua se reducirá gradualmente hacia 5, tal como lo hace con agua de lluvia.

La adición de sales de calcio y sulfato de magnesio para agua de infusión es muy sencillo las-contribuciones de iones se enumeran en [Tabla 17](#) , Y ambos actúan para bajar el pH puré. El sulfato de calcio puede ser difícil de disolver en agua sin embargo, tener un nivel de saturación de aproximadamente

gramos por litro a través de las temperaturas de elaboración de la cerveza. La solubilidad máxima se produce a 40 ° C / 104 ° F.

El cloruro de calcio es otra opción popular para afectar pH puré y sabor, pero hay dos problemas cuando adiciones de cálculo: 1) cloruro de calcio tiende a absorber agua y el polvo deben permanecer perfectamente cerrados para evitar que se formen en un cristal sólido, y 2) fuentes comerciales varían en pureza. La forma dihidrato es más común y se pueden adquirir en las casas de suministros científicos en un precio superior. Una fuente comercial para la industria alimentaria o de tratamiento de agua es más probable que suministrar un producto

ese es 75-80% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, con otros componentes que se $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgCl_2 , NaCl y agua. Si se pretende para la industria alimentaria, que es, obviamente, de calidad alimentaria, pero las impurezas puede deshacerse de sus cálculos.

El número de moléculas de agua asociadas con el polvo de cloruro de calcio es típicamente dos, pero tenderá a adsorber más si se expone a la humedad. De hecho, el cloruro de calcio es deliquescente-absorberá tanta agua que eventualmente formar una solución. El punto es que el peso de esta agua necesita ser tenido en cuenta cuando

cálculo de las contribuciones de iones de cloruro de calcio y otras adiciones sal hidratada. Las contribuciones de iones de sales de elaboración de la cerveza comunes, incluyendo los hidratadas, se enumeran en [Tabla 17](#) .

Las sales de carbonato también pueden ser problemáticas, pero por razones diferentes. En primer lugar, carbonato de calcio (tiza) es prácticamente insoluble en agua; la solubilidad que es sólo alrededor de 0,05 gramos por litro a temperatura y presión estándar. La solubilidad se puede aumentar mediante el aumento del CO₂ disuelto como se discute en

[Capítulo 4](#) . Pero no es muy práctico. Chalk es más soluble en la masa que en agua, pero la disolución en los resultados de puré en la precipitación casi inmediata de apatito de hidroxilo, lo que reduce en gran medida la alcalinidad contribuido. Los experimentos han demostrado que es en gran medida ineficaz. Esto se discute más a fondo en [Capítulo 6](#) . El principal problema con el uso de bicarbonato, en el agua o el puré, es que el bicarbonato se disocia / reacciona de acuerdo a los valores de pK dadas en [Capítulo 4](#) , Resultando en una redistribución de las especies de carbonato, y una redistribución de la cantidad de carga (mEq / mmol). Esto también se describe en [Capítulo 6](#) .

Cálculo de la cantidad precisa de alcalinidad contribuido por adiciones de bicarbonato depende del pH del agua, pH objetivo y otros carbonatos que ya están en solución.

Tabla 17-Ion Aportes por la sal Adiciones

Las contribuciones se enumeran de forma equivalente como mg / L (ppm), mEq / L, o ppm como CaCO₃, según sea el caso. mw = peso, eqw = peso equivalente, peso equivalente Ceqw = cationes, Aeqw = anión de peso equivalente en moles.

Brewing sal (fórmula)	Concentración a 1 gramo de sal por litro	Concentración a 1 gramo de sal por galón	comentarios
El carbonato de calcio	400 ppm de Ca + 2, 600 ppm CO ₃ 2-	106 ppm de Ca + 2, 158 ppm CO ₃ 2-	No consumo. V. 6 para la explicación.
CaCO ₃ mw = 100 (eqw = 50)	20 mEq / litro alcalinidad	5.3 mEq / alcalinidad gal	
Sodio bicarbonato de	273,7 ppm Na + 1	72,3 ppm Na + 1 188 ppm HCO ₃ 2-	Se disuelve fácilmente y eficaz a elevar la
NaHCO ₃ mw = 84 Ceqw = 23 Aeqw = 61	710,5 ppm HCO ₃ 2- @ 99% 11,8 mEq / litro alcalinidad @ 99%	@ 99% 3,04 mEq / gal alcalinidad @ 99%	alcalinidad. alcalinidad Z depende del pH. V. 6 para la explicación.
Hidróxido de calcio Ca (OH) ₂	541 ppm de Ca + 2, 459 ppm OH ²⁷ mEq / litro	143 ppm de Ca + 2, 121 ppm OH- 7.1 mEq / litro	Se disuelve fácilmente en agua. Aumenta la alcalinidad, pero véase

$mw = 74,1$	alcalinidad ΔRA	alcalinidad	Ch. 6 para la
$Ceqw = 20$	$= 19,3 \text{ mEq / litro}$	$\Delta RA = 5,1$	explicación. Decapado
$Aeqw = 17$		mEq / litro	Lime parece ser pureza aceptable.

NaOH	575 ppm Na + 1	152 ppm Na + 1	Se disuelve fácilmente.
Hidróxido de sodio	425 ppm OH 25 mEq / L de alcalinidad	112,3 ppm OH- 6,6 mEq / L de alcalinidad	Aumenta la alcalinidad. ¡Precaución! ¡Material Peligroso! Consulte la hoja antes de su uso.
$mw = 40$			
$Ceqw = 23$			
$Aeqw = 17$			

Hidróxido de potasio KOH	697 ppm K + 1	184 ppm K + 1	Se disuelve fácilmente.
	303 ppm OH- 17,8 mEq / L de alcalinidad	80 ppm OH- 4.7 mEq / L de alcalinidad	Aumenta la alcalinidad. ¡Precaución! ¡Material Peligroso! Consulte la hoja antes de su uso.
$mw = 56,1$			
$Ceqw = 39,1$			
$Aeqw = 17$			

Sulfato de calcio $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O PM}^{+2}$	232,8 ppm de Ca $= 172,2$	61,5 ppm de Ca + 2 147.4 ppm SO ₄ ⁻	Saturación a temperatura ambiente es de aproximadamente 2 gramos por litro. Agitar
$Ceqw = 20$	$Aeqw = 48$	SO ₄ ⁻	por litro. Agitar vigorosamente. Reduce el pH puré.

Magnesio 98,6 ppm Mg + 2 26,0 ppm Mg + 2 saturación a

Sulfato $MgSO_4$ • $389,6 \text{ ppm}$	$102,9 \text{ ppm}$	temperatura ambiente es de
$7H_2O \text{ PM} = 246,5 \text{ SO}_4^-$	SO_4^-	aproximadamente 255
$Ceqw = 12,1$		gramos por litro. Reduce el
$Aeqw = 48$		pH puré.

El cloruro de	$272,6 \text{ ppm de Ca}$	$72,0 \text{ ppm de Ca} + 2$	Se disuelve fácilmente.
calcio $CaCl_2 \cdot 2H_2O$	$^{+2}$	$127,4 \text{ ppm Cl}^-$	Reduce el pH puré. la sal de
$O \text{ PM} = 147,0$	$482,3 \text{ ppm Cl}^-$		calidad alimentaria puede no
$Ceqw = 20$			ser de alta pureza.
$Aeqw = 35,4$			

Cloruro de	$119,5 \text{ ppm Mg}$	$31,6 \text{ ppm Mg} + 2$	Se disuelve fácilmente.
magnesio $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	$^{+2}$	$92,1 \text{ ppm Cl}^-$	Reduce el pH puré. la sal de
$348,7 \text{ ppm Cl}^-$			calidad alimentaria puede no
$203,3 \text{ Ceqw} =$			ser de alta pureza.
$12,1 \text{ Aeqw} =$			
$35,4$			

De cloruro	$393,4 \text{ ppm Na}$	$103,9 \text{ ppm Na}$	Se disuelve fácilmente.
de sodio	$+ 1$	$+ 1$	Evitar la sal y agentes
$NaCl$	$606,6 \text{ ppm Cl}^-$	$160,3 \text{ ppm Cl}^-$	antiaglomerantes yodados.
$mw = 58,4$			
$Ceqw = 23$			
$Aeqw = 35,4$			

La elección de un agua para el Estilo

Hay reglas, que están destinados para hacer cumplir la

directrices, que se derivan de los principios, que son suficientes hasta que realmente entiende lo que está pasando.

-J. Palmer

Por ahora, usted está diciendo que lo que desea es que el agua sea húmeda y olvidarse de todas las reglas y directrices. No tenga miedo, es posible elegir un perfil de las aguas para su receta sin tener que obtener un título en química. Los perfiles de aguas que se sugieren para la mayoría de los estilos de cerveza habituales, excluyendo sours y madera envejecida, se enumeran en [tablas](#)

[18](#)

y [19](#) . Todo esto se propone perfiles de las aguas, con base en la experiencia y los cálculos de los autores. Estas sugerencias son las opiniones de los autores; no son Evangelio. Tomarlos con un grano de sal. Cerveceros deben mirar a estos perfiles como un punto de entrada para la experimentación con el estilo.

Las mesas están organizadas por cerveza y cerveza, y por la fuerza y el color general. Las tablas dan rangos para el calcio, la alcalinidad total, sulfato, cloruro, y la alcalinidad residual de Kolbach sugirieron. Estos rangos son estadio

- que no están destinados a ser incluyente de todas las permutaciones de los componentes. Por ejemplo, una combinación particular

de calcio y la alcalinidad de sus respectivos rangos puede no producir un valor de alcalinidad residual que está dentro de la gama RA enumerado. Eso está bien, ya sea encontrar una combinación que se encuentre dentro del rango recomendado RA, o considerarlo una oportunidad para que usted pueda mostrar el arte de su cerveza y hacer una cerveza fantástica, sin tener en cuenta.

Usted puede haber notado que recomiendan concentraciones de sodio y magnesio no se abordan en las tablas. La razón principal era conservar espacio en la mesa. La segunda razón es los niveles de sodio y de magnesio nunca han históricamente han asociado con estilos particulares. El sodio afecta el sabor, pero la cantidad necesaria para afectar el sabor parece depender de la persona, lo mismo que con la sal de mesa y la comida. Las bajas concentraciones se dice para mejorar el sabor de la cerveza, y hacer que el sabor de la cerveza más dulce. Las altas concentraciones se dice que causar un amargor dura o un sabor metálico. en general, estamos recomendando no superior a 100 ppm. De hecho, una encuesta reciente de varios estilos de cervezas comerciales de C. Bamforth ³ indicaron que de 25 cervezas, sólo uno superado el intervalo general de 10-75 ppm, con un valor periférico de 127 ppm. El valor medio

era 35 ppm.

No existen recomendaciones particulares para las concentraciones de agua de magnesio en la literatura elaboración de la cerveza tampoco. Sin embargo, la misma encuesta por Bamforth determinó que las concentraciones de magnesio en cervezas comerciales probados varió de 30 a 118, con el valor medio de 74 ppm. No hay duda en la mente de los autores de que la gran mayoría de este vino de la malta. En general, hay una pequeña cantidad en la mayoría de los suministros de agua, por lo que supone una concentración nominal de 15 ppm de magnesio para todos los perfiles y se utiliza de que la concentración en todos los cálculos con AR. La única excepción a esta recomendación general sería que los porteros y cerveza negra, y estilos lager oscuras quizá similares, en una concentración cerca de 30 ppm se recomienda por los autores para un mejor sabor de la cerveza basada en la experiencia.

Tómelo con un grano de sal.

Algunas notas sobre la definición de las categorías y rangos

Fuerza: Luz = OG 30-45; Medio = OG 45-65; Strong = OG 65+

Color: Pale = 0-9 SRM; Ámbar = 9-18 SRM; Brown = 18-35 SRM; Negro = 35+

Amargura Soft = 10-20 IBUs; Moderado = 20-35 IBUs;

= Asertivo 36-100

Total Bajo = 0-40 ppm; Moderada = 40-120 ppm; Alta =
alcalinidad 120-200

CaCO 3:

La alcalinidad Como se indica.

residual:

(Kolbach)

Acidificar: Sí = adiciones de ácido son generalmente necesarios para golpear el pH puré diana y / o la acidificación del agua de rociado se recomienda para prevenir extracción de taninos excesiva. Tal vez = adiciones de ácido generalmente no se necesitan para pH puré, pero la acidificación de rociado pueden ser útiles, dependiendo de factura receta grano y la alcalinidad del agua de rociado.

No = generalmente no se necesitan adiciones de ácido a la masa y de burbujeo. la acidificación del agua de rociado es siempre una opción a discreción del fabricante de cerveza.

Nota: Si usted está construyendo su agua de un RO fuente, y no la adición de alcalinidad a él, entonces es generalmente no necesitan acidificación para burbujeo. Estas

descripciones

son

-Ningún general

cerveza

sistema de clasificación es perfecto. amargura asertivo en un estilo de la cerveza puede ser moderado amargor en otro. Cuando un estilo particular es un valor atípico dentro de su grupo, como dortmunder en el grupo medio lager / pálido, que se encuentra entre corchetes por paréntesis, como es el parámetro periférico. Bohemia Pils se colocó en el lager luz / categoría pálido a pesar de sus lugares OG en la categoría medio, pero siempre ha estado en una clase por sí mismo. El mismo problema con American Ale pálida, pálida adicional, y el IPA-que finalmente se coloca en su propia categoría. El Hoppiness extrema de los estilos realmente los diferenciaba de las otras cervezas de la gravedad y de color similar.

Perfiles de agua de mesa 18a-sugerido para Estilos Lager

(Todos los valores en ppm o ppm como CaCO_3 para la alcalinidad y RA).

Tipo	Color	La amargura Ca	Alcalinidad	Sulfato
pálido lager luz		suave (asertivo)	50 0-40	0-50
lager	pálido	moderada,	50-75	50-150
medio		asertivo	(75- 150) 0-40 (40-80)	
lager	ámbar	suave, moderada	50-75 40-120	0-100
medio				

lager	marrón / negro suave, moderada	50-75	80-120	0-50
medio				
lager	ámbar	suave, moderada	50-75	40-80
fuerte				0-100
lager	marrón / negro suave, moderada	50-	80-150	0-100
fuerte			100	

Los perfiles de aguas Tabla 18b-sugerida para las formas de Lager

(Todos los valores en ppm o ppm como CaCO₃ para la alcalinidad y RA).

Tipo cloruro de Kolbach Se acidifica Estilos

REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES

lager	50-100	-60-0	Sí	Lite estadounidense Lager, American Standard Lager, Munich Helles, (Bohemia Pils)
ligera				
lager	50-100	-60-0	Sí	Americana premium Lager, Pils
medio		(-30-30)		alemana, americana clásica Pils (dortmunder)

lager 50-150 0-60 Tal Viena, Oktoberfest

medio

lager 50-150 40-80 n Americana oscuro, Munich

medio

lager 50-150 0-60 Tal vez Helles / Maibock, Tradicional

fuerte Bock, Doppelbock

fuerte 50-100 60-120 No se Bock tradicional,

La organización de estilos de cerveza por el color es difícil. Un buen sistema probablemente se rompería el color hacia abajo en incrementos de 2-3 SRM, y tal vez ocho grupos diferentes. Se optó por utilizar cuatro, y las ha combinado en tres. La razón de esto se remonta a [Capítulo 5](#) y la investigación sobre la relación entre el color y la acidez de malta. cervezas pálidos son esencialmente basar maltonly o puede contener bajos porcentajes de granos de especialidad ligeramente Secada. Los estudios de malta de acidez por Bies y Troester (ver [Capítulo 5](#)) Indican una variabilidad significativa dentro de la región 2-10 Lovibond, pero eran generalmente dentro del intervalo de 5-15 meq / kg con respecto a un punto final de la titulación 5,7 pH. Amber cervezas de color (~ 9-18 SRM) suelen tener un alto porcentaje de maltas caramelo o secada al horno, a pesar de que rara vez supera el 15%. El grueso de las maltas especiales en cervezas ámbar son moderadamente secada al horno, como Munich, galleta, C40, C60, y C80, y tienen una acidez en el intervalo de 10-50 mEq / kg cuando se valora hasta un punto final 5,7 pH. Las maltas caramelo superiores, tales como C90, C120 y B realidad Especial

tener algunos de la más alta acidez registrada: 40-80 mEq / re kg. 5.7 punto final pH, pero estas maltas se usan normalmente sólo en pequeños porcentajes (<5%) en ámbar oscuro, marrón, o cervezas rubí-negro. maltas tostadas generalmente ver mayor uso en una receta que las maltas caramelo oscuro, pero la proporción rara vez supera el 10%. La acidez de maltas tostadas parece ser más constante con respecto al aumento de color, a aproximadamente 40-60 mEq / re kg. 5.7 punto final de pH. Un análisis más extenso de malta titulación por Delange (ver [Capítulo 5](#)) Determinaron que la capacidad de la acidez y el almacenamiento en búfer contribuido de maltas varía considerablemente en función del pH de la solución (a la que se añade puré).

Sin embargo, el trabajo de Delange confirma las magnitudes y las tendencias de acidez para los diferentes tipos de malta (base, altamente secada al horno, y tostados) generales.

El resultado de estos diversos rangos de acidez, porcentajes de la receta, y colores de cerveza es que las cervezas pálidas constituyen una categoría general de relativamente estilos de baja acidez, cervezas ámbar son una categoría de mediano acidez, y cobre, cervezas marrón y negro generalmente conforman la categoría más alta acidez. Análisis de cuentas de granos típicos en profundo ámbar,

estilos marrón negro y sugiere que muchas de estas cervezas tienen una acidez compuesto similar. Hay excepciones a la generalización, por supuesto; su receta puede variar. El punto principal es que las tablas que dan el punto de partida lógico para el diseño de un agua para su receta de la cerveza. En la siguiente sección vamos a utilizar las tablas y trabajar a través de algunos ejemplos.

Los perfiles de aguas de mesa 19a-sugerida para las formas de Ale

Todos los valores son en ppm (es decir, mg / L), excepto alcalinidad y RA, que son ppm como CaCO₃.

Tipo	Color	Amargura	Ca	Alcalinidad	Sulfato
pálida ale luz		moderar	50	100 0-80	200
ámbar cerveza rubia		suave, moderada	50-150	100-40-120	200
ale marrón claro / negro		moderar	50-75	80-150 50-150	
ale medio	pálido	suave, moderada	50-100	0-80	0-50
ale medio	pálido	moderada, asertivo	50	150 40-120 100-400	
ale medio	ámbar	moderada, asertivo	50	150 40-120 100-300	

ale medio	marrón / negro	moderada, asertivo	50-75 80-160 50-150	
fuerte pálido ale		moderar	50100 0-40	50-100
fuerte de color ámbar ale		moderada, asertivo	50100 40-120 50-100	
ale fuerte marrón / negro		moderateassertive	50-75 50-150 120-200	

Tabla 19b-sugeridos perfil de las aguas de Estilos Ale

Todos los valores son en ppm (es decir, mg / L), excepto alcalinidad y RA, que son ppm como CaCO₃.

Tipo cloruro de Kolbach		Se acidifica Estilos		
REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES				
ale luz 50-100	~60-0	Sí	Blonde Ale, American trigo, Standard amargo, amargo Mejor	
ale luz 50-100 0-60			Tal Inglés leve, Escocia 60/70/80, Standard amargo, amargo Mejor	
ale luz 50-100 30-90	Tal Inglés Brown, Brown			
			Porter, Stout seca	
ale medio 0-100	~30-0	Sí	Weizen, Witbier, crema Ale, ale Rubio, Kölsch	
ale medio 0-100	~30-30	Tal estadounidense Pale Ale, Americana XPA, Saison,		

ale medio	50-100	0-60	No	Altbier, California Común, ESB, irlandés rojo, ámbar americana, Inglés IPA, Roggenbier, pálido belga Saison
ale medio	50-150	60-120	n	Americana Brown, Inglés Brown, Brown Porter, Robust Porter, Stout seco, dulce Stout, harina de avena Stout, Exteriores Extra Stout, American Stout, dunkelweizen
cerveza	50-100	~30-0		Tal vez Belga Rubia, de oro
fuerte				Fuerte, Tripel
cerveza	50-150	0-60	No	Strong Scotch Ale, Bière de Garde,
fuerte				Dubbel, Old Ale, Barleywine
cerveza	50-150	120-200	n	Baltic Porter, Exteriores Extra Stout, American Stout, Rusia Imperial Stout, Weizenbock, belga oscuro fuerte, Old Ale
fuerte				

Ajuste de agua para satisfacer el estilo

En la siguiente sección vamos a ver tres estilos de cerveza

(American Pale Ale, Pilsner y Extra Stout extranjera) y discutir las opciones para ajustar los ejemplos de fuentes de agua para adaptarse mejor a cada estilo basado en las directrices de [tablas 18](#)

y [19](#) . Cada situación de elaboración de la cerveza que se presenta con opciones, y vamos a discutir los pros y los contras de estas opciones con la esperanza de que a obtener una mejor comprensión de cómo ajustar su agua de escaldado. Evaluar las opciones y tomar estas decisiones es parte del arte de la cafetera.

Antes de empezar, sin embargo, tener en cuenta algunas reglas de oro:

1. El objetivo es de buen sabor de la cerveza.
2. Menos es más, no sobre-mineralizar su cerveza.
3. No hay que esperar para crear la combinación perfecta de la receta y el agua por primera vez. Por lo general, se llevará a 3-5 lotes de marcar en cualquier receta.
4. El puré intervalo de pH objetivo es 05/02 a 05/06, medida a temperatura ambiente. Siempre que ajuste su agua de elaboración de la cerveza, se debe comprobar que el puré / mosto todavía se encuentra con el rango objetivo mediante el uso de un medidor de pH calibrado en una muestra enfriada.
5. runnings finales normalmente necesitan estar por debajo de 5,8 pH y

por encima de 1.008 gravedad para evitar la extracción de malos sabores. Se debe comprobar sus runnings pH final al final de clarificación mediante el uso de un medidor de pH calibrado en una muestra enfriada.

Puede haber otras directrices, así, por ejemplo:

La discreción es la mejor parte del sabor.

No trate de hacer un ajuste clavija cuadrada en un agujero redondo. Mida dos veces; añadir una vez.

No tenga miedo de mojarse los pies, pero no ir por la borda.

El cálculo de alcalinidad residual

La ecuación para la alcalinidad residual de Kolbach se define como miliequivalentes de alcalinidad siendo neutralizados como una función de miliequivalentes de calcio y de magnesio a través de los protones liberados por las reacciones de precipitación de fosfato. La alcalinidad total es normalmente citado como “ppm como CaCO_3 ”, Que es miliequivalentes de alcalinidad multiplicado por el peso equivalente de carbonato de calcio (50).

A veces, la "dureza total como CaCO₃" Será incluido también.

Desafortunadamente, esta cantidad no es muy útil debido a que los efectos del calcio y el magnesio en la alcalinidad residual no son de magnesio igual- está medio tan eficaz como calcio. Las concentraciones deben ser enumerados por separado en el informe sobre el agua como simplemente ppm (la concentración del ion en sí). Para utilizar estas concentraciones en la ecuación clásica: RA = Alcalinidad - ((Ca / 3,5) + (Mg / 7)), sin embargo, deben ser convertidos a ppm como CaCO₃ para que coincida con la unidad de alcalinidad, o todos

la especie debe ser

convertido a miliequivalentes. La base de estos cálculos se cubre en los Apéndices.

Para hacer la vida más fácil, la siguiente ecuación se ha convertido en el uso de las concentraciones de calcio y magnesio en ppm, y la alcalinidad total en ppm como CaCO₃, directamente:

$$RA = \text{alcalinidad total} - [Ca] / 1.4 - [Mg] / 1.7$$

La primera cerveza vamos a tratar de elaborar cerveza es una American Pale Ale. Esto parecería ser un estilo fácil e indulgente para hacer, pero se puede ganar o perder dependiendo del agua. Suponga que el proyecto de ley de grano no contiene maltas más de 15% del total de la especialidad, tales como Munich, galleta, y caramelo luz (C40), con un color de la cerveza estimado de 7 SRM. La OG es 1.052 o 13 ° P.

El primer paso es obtener un informe sobre el agua. El informe para este ejemplo se muestra a continuación.

Informe de agua:

pH: 7.8 70 Ca 15

Mg

125 alcalinidad total como CaCO₃

35 Na 55

CL110 SO₄₋₂

66 RA (calculado)

A primera vista, esta agua parece ser así aceptable, no hay cambios necesarios. Más que el mínimo de calcio,

un buen nivel de magnesio y la relación de sulfato a cloruro es de 2: 1. La alcalinidad es un poco más alta que la media, pero no por mucho.

Mirando el perfil sugerido para una resistencia media cerveza clara en **Tabla 15** muestra: _____

50-150 Ca (de verificación)

40-120 alcalinidad total (lo suficientemente cerca?)

100-400 Sulfato (cheque) 50-100 Cloruro (cheque)

-30-30 RA (alto)

Se acidifica-Tal vez (adición de ácido no son generalmente necesarios para pH puré, pero la acidificación de rociado pueden ser útiles, dependiendo de factura receta grano y la alcalinidad del agua de rociado.)

Se podría elaborar cerveza esta cerveza como está, y muchos cerveceros, pero la alcalinidad y RA de esta agua probablemente evitará que el pH puré de dar en el blanco (ex.

5.4). Si el pH es alto puré, el pH del mosto será alta, y una amargura más grueso será creado durante la ebullición. A mayor pH puré puede causar un poco más alto pH cerveza como

así, no es un valor anormal, pero una diferencia suficiente como para hacer que la cerveza parece un poco mediocre en lugar de grande. Conseguir el pH puré en el blanco generalmente significa que el mosto y cerveza pH estará en el blanco. Por lo tanto, la pregunta se convierte en una cuestión de cómo reducir la alcalinidad.

Tenemos algunas opciones:

1. Añadir más dureza,
2. Diluir la alcalinidad y dureza añadir de nuevo, o
3. Se acidifica el agua.

Opción Dureza 1-Adición de:

La adición de más dureza es la opción más fácil. La relación sulfateto-cloruro podría ser mayor para una cerveza pálida, tan alto como 3: 1, y la concentración de sulfato de corriente está en el extremo inferior del rango sugerido. Vamos a utilizar sulfato de calcio para que aparezca el contenido de calcio de 100 ppm de Ca y ver a dónde nos lleva.

1. De [Tabla 17](#) , 1 gramo por galón añade 61,5 ppm de calcio y 147 ppm de sulfato, por lo que tendrá más o menos un medio gramo por galón para compensar la diferencia (30 ppm).

30 ppm / 61,5 ppm por gramo = 0,49 gramos (por galón).

(Vamos a usar 0,5 gramos).

0,5 gramos por galón contribuye $0,5 \times 61,5$ ppm Ca / gramo =
31 ppm Ca

$31 + 70 = 101$ ppm Ca total

¿Cómo afecta esto a la alcalinidad residual? RA = $125 - (101 / 1,4) - (15 / 1,7) = 44$ ppm como CaCO₃

Esto es mejor, pero todavía fuera de la pauta. El color de la cerveza es sólo el 7 SRM; se trata de una cerveza muy pálido. Probablemente tenemos que llevar la RA abajo cerca de la mitad de la guía para golpear el pH puré de destino (5.4ish) y obtener la mejor expresión sabor.

2. 2. Vamos a utilizar el máximo de calcio en las directrices (150 ppm) y ver lo que la RA es entonces.

RA = $125 - (150 / 1,4) - (15 / 1,7) = 9$ ppm como CaCO₃

Este valor es mucho mejor.

peso necesario de calcio para 150 ppm = (150 ppm - 70 ppm)

/61.5 ppm por gramo = 1,3 gramos (por galón)

1,3 gramos por galón de sulfato de calcio se añaden 191 ppm de sulfato, haciendo que el sulfato total de $110 + 191 = 301$ ppm $\text{SO}_4\text{-2}$.

Este valor está dentro de la guía para una cerveza pálida de lúpulo.

Este perfil agua cumple con la directriz para el estilo mejor, y que valdría la pena que produce la cerveza con este nivel de calcio para ver cómo resulta. Es muy importante medir el pH puré y el pH de la cerveza como parte de este ensayo. Puré y el pH de la cerveza son difíciles de predecir debido a la variabilidad de malta baja DI pH y la variabilidad de la especialidad de la acidez de malta entre los fabricantes de malta.¹ Esta composición de agua ajustada puede ofrecer una cerveza impresionante, y no puede *. La cerveza todavía podría ser un poco aburrida cata, o puede probar mineralidad. Es necesario para preparar y decidir.

Opción 2-dilución y adición de Dureza

Esta opción consistiría de diluir la fuente de agua 1: 1 con agua destilada o RO y la adición de sales de calcio para llevar la dureza de vuelta dentro de las directrices.

1. La metodología sería muy similar a la opción 1, el uso de este perfil de las aguas diluida:

agua diluido (50% de agua RO): 35 Ca 8

Mg

63 alcalinidad total como CaCO₃

18 Na 28

CL55 SO₄₋₂

33 RA (calculado)

2. Adición de 1 gramo de sulfato de calcio por galón (61,5 ppm

Ca, 147,4 ppm SO₄₋₂) a esta agua diluida crearía:

agua ajustado: 97

Ca

8 Mg

63 alcalinidad total como CaCO₃

18 Na 28

CL202 SO₄₋₂

(-) 11 RA (calculado)

Una vez más, valdría la pena que produce la cerveza con esta agua para ver cómo sabe y compararla con la primera opción. En la remota posibilidad de que el pH puré para esta opción podría llegar a ser demasiado baja en una décima o dos, dada la baja RA, la tasa de dilución puede ser reducida o un poco de bicarbonato de sodio podría ser utilizado para elevar la alcalinidad. Un puré de prueba sería determinar si este es el caso.

Opción 3-acidificación

La tercera opción es técnicamente más difícil, pero la acidificación es a menudo la primera opción de muchos cerveceros si tienen un medidor de pH fiable en la cuba de puré. El problema con la fuente de agua es que la alcalinidad y la alcalinidad residual son un poco alta, lo que tenderá a aumentar el pH del puré, y burbujeo, y puede conducir a

más apagado, más grueso, más cerveza de sabor amargo.

agua de inicio: 70

Ca 15 Mg

125 alcalinidad total como CaCO₃

35 Na 55

CL110 SO₄₋₂

pH Agua = 7,8 (de informe) 66 RA

(calculado)

1. Las figuras 44 (100 ppm de alcalinidad) y 45 (150 ppm

alcalinidad) en apéndice B mostrar los restantes

porcentaje alcalinidad debido a la acidificación sobre la base de pH inicial de agua y el pH acidificado. En este ejemplo, estamos iniciando en el pH del agua de 7,8 y acidificando (por ejemplo) a pH 5,75 con ácido sulfúrico. El valor en el eje Y para el ácido sulfúrico,

curva de 5,75 pH a 7,8 pH (eje X) corresponde aproximadamente 20 ppm

como CaCO₃ en Figura 44 y alrededor de 30 ppm para la misma curva en Figura 45.

Lógicamente, el valor de _____

125 ppm de alcalinidad total sería de 25 ppm como CaCO₃.

Las curvas se pueden interpolar de manera similar para otros valores de alcalinidad. La cantidad de ácido que se requería? Los cálculos se explican en [apéndice B](#) , Pero la respuesta corta es que empezamos con una alcalinidad total de 125 ppm como CaCO₃, y se acidificó a una alcalinidad total de 25 ppm como CaCO₃. La diferencia es de 100 ppm como CaCO₃ O fue usado 2 mEq / L de alcalinidad que se reduce y por lo tanto 2 mEq / L de ácido. Los cálculos para determinar el volumen de un ácido particular también se dan en la [apéndice B](#) .

2. Suponiendo por el momento que nada ha cambiado, podemos volver a calcular la RA del agua después de la acidificación a pH 5,75:

agua ajustado: 70

Ca 15 Mg

25 alcalinidad total como CaCO₃

35 Na

55 Cl-

El pH del agua = 5,75 (acidificado)

$$RA = 25 - (70 / 1,4) - (15 / 1,7) = (-) 34$$

Esto es menos de la pauta, pero este escenario no está muy lejos de las condiciones de elaboración utilizadas para Sierra Nevada Pale Ale. Darle un tiro, medir el pH real puré y ver lo que hay-que puede ser su mejor cerveza todavía.

Preparar una cerveza Pilsner

Pilsner es uno de los estilos que menos perdona de cualquier cerveza.

Históricamente siempre se ha hecho desde el más suave de agua, casi desprovisto de cualquier mineral que sea. Mirando a [Tabla 14](#) , Vemos que el perfil recomendado para este grupo es:

50 Ca (mínimo) 0-40

Alcalinidad 0-50

Sulfato 50-100

Chloride

-60-0 AR.

Este perfil es una sugerencia, sobre la base de una cerveza de baja gravedad (Pilsner es una excepción), el carácter de malta sin embargo, suave y brillante, suave y amargura con el equilibrio de sabor hacia la malta. Esto parece ser una descripción razonable del estilo Pilsner excepto que sabemos que en general el estilo se describe como siendo rico, con un amargor pronunciado, pero está bien, no como una IPA. La cerveza es suave y equilibrado sin ningún rastro de carácter mineral.

Sobre la base de esta descripción, vamos a querer templar el perfil sugerido un poco. Sabemos que necesitamos un poco de calcio para una buena fermentación y aclaraciones, pero es lo que realmente necesitamos toda la 50 ppm? El ciclo de almacenamiento de la cerveza mejorará la claridad que el uso de menos que el nivel de calcio sugerido no. Tal vez podemos cortar el calcio de nuevo a 30 ppm, si tenemos la intención de ninguna alcalinidad en el agua. Probablemente no hay que añadir ninguna de magnesio al agua debido a los suministros de malta un poco (alrededor de 70 ppm a 10 ° P / 1.040).

Sabemos que queremos los saltos de ser asertivo, pero está bien, así que por lo tanto debe evitarse sulfato. Se desea un carácter a malta rica, por lo que un cierto nivel de cloruro es probablemente

aceptable, pero nos centraremos en el extremo inferior del rango sugerido para mantener el carácter del agua lo más ligero posible.

En realidad sólo hay una opción disponible para la mayoría de los fabricantes de cerveza que tratan de preparar mejor este estilo, y que es comenzar con agua de ósmosis inversa y añadir pequeñas cantidades de sales. La mejor manera de añadir el calcio sin la adición de sulfato es utilizar la sal de cloruro. Mientras que un purista estilo podría rehuir de la adición de cantidades significativas de calcio y cloruro, esas adiciones pueden ayudar a producir una cerveza más rica y una cerveza clara con menos tiempo de almacenamiento de la cerveza. Una vez más, estas decisiones son parte del arte de la cafetera.

Sólo Opción-Construir el agua

1. De Tabla 17 (P.153):

1 gramo de cloruro de calcio por galón = 72,0 ppm Ca y 127,4 ppm Cl- 1

Si nuestra composición de agua objetivo es: 30

ppm de Ca + 2

0 ppm Mg + 2

0 ppm alcalinidad total

0 ppm Sulfato

Supongamos por este ejemplo que queremos tratar 10 litros de agua. Para calcular el peso de cloruro de calcio para obtener 30 ppm de Ca en 10 galones:

30 ppm / 72,0 ppm por 1 g / galón x 10 galones = 4.17 gramos o
aproximadamente 4.2 gramos de cloruro de calcio.

La cantidad de cloruro no esta adición de sal a añadir el agua?

4,2 gramos x 127,4 ppm por 1 g / galón / 10 galones =
53,5 ppm Cl- 1

Este nivel de cloruro está justo en el extremo inferior del rango sugerido, por lo que han afectado a nuestro objetivo.

La manera más fácil de calcular estas adiciones de sal es utilizar una hoja de cálculo de agua como Bru'n agua por Martin Brungard, o software de recetas como BeerSmith o BeerTools.

Este puré puede requerir la acidificación de golpear el pH puré objetivo debido a las maltas de luz. En Alemania, es

tradicional de usar Sauermalz para agregar la acidez de la masa. Una dosis recomendada es de alrededor de 2% de la factura de grano. De lo contrario, la acidificación con la ayuda de un buen medidor de pH se recomienda.

Esta agua no tiene alcalinidad, por lo que la capacidad de amortiguación de los fosfatos de malta en el mosto debe mantener el pH bastante constante durante el burbujeo. Si los rodajes finales exceden 5.8 pH, dejar de rociar y llenar la caldera con el licor restante para completar el volumen necesario. La pérdida en el rendimiento de la extracción debe ser mínimo, y la cerveza sabe mejor que si el burbujeo había continuado. La próxima vez que usted podría querer añadir más grano para aumentar el rendimiento o acidificar el agua de rociado para evitar el aumento de pH. Sin embargo, tenga en cuenta que esta es una cerveza lager y en función del ciclo de almacenamiento de la cerveza, el exceso de tanino debe precipitar y alisar la cerveza.

Preparar una Extra Stout Exteriores

En general, vemos cervezas oscuras elaboradas en las regiones de alta alcalinidad. Esto es porque la alta alcalinidad es equilibrado por la acidez de las maltas oscuras. Para este ejemplo, supongamos que la intención de preparar una cerveza negra adicional exterior de 1.075 OG, con

7% de caramelo medio, y 7 maltas% asadas. Esta cerveza se clasifica como una cerveza fuerte, negro marrón /, con moderado amargor.

agua de inicio: 40

ppm Ca 9 ppm Mg

100 ppm de alcalinidad total como CaCO₃

140 Na

60 ppm Cl245

ppm SO₄₋₂

pH = 9

66 RA (calculado) agua

Objetivo:

50-75 ppm Ca (bajo) 30

ppm Mg * (bajo) <100 ppm

Na * (alto)

120-200 ppm Alcalinidad total (bajo) 50-150

SO₄₋₂ (alto) 50-150 Cl- (bajo) 120-200 RA

(bajo)

La acidificación no se recomienda para esta categoría.

* recomendada del texto

Esta es una dureza de casos y bajo interesante, alta de sodio, sulfato de alta y alcalinidad moderada. Una revisión rápida de informe de calidad de agua de la ciudad en la Internet revela que la planta de tratamiento utiliza intercambio iónico para el ablandamiento del agua, en sustitución de más altos niveles de calcio y de magnesio con sodio. ablandamiento de intercambio de iones se discute en

Capítulo 8 .

Para preparar una rica Extra Stout extranjera, necesitamos una buena cantidad de alcalinidad en el agua para equilibrar la acidez de las maltas caramelos y asar. De lo contrario, el pH puré podría ser demasiado baja (~ 4,9) y la cerveza se enfrentará a un personaje unidimensional asado, ácido y parecido al café. Esta cerveza debe ser suave y rico, dulce y seductor. Sin embargo, la alta concentración de sulfato se va a hacer tan difícil demasiado el sulfato hará que el perfil de salto de esta cerveza más firme y más seco de lo que debería ser para el estilo.

Para preparar este derecho cerveza, necesitamos aumentar el total de

alcalinidad y la alcalinidad residual. Además, sería bueno para elevar los niveles tanto el calcio y magnesio a 50 y 30 respectivamente, pero el aumento de la dureza no será abordado aquí. (Fácilmente podría hacerse, sin embargo, con base en el ejemplo American Pale Ale; las nuevas concentraciones podrían incorporarse en las opciones para elevar la alcalinidad que se muestra a continuación, pero que el ejercicio se deja al lector..) Opciones:

1. Aumenta la alcalinidad. 1a. El uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Kolbach RA

método 1b. El uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Z RA método 1c.

Utilizando el método NaOH-Kolbach RA 1d. El uso de

NaHCO_3 método -Z RA

2. Prepare una cerveza diferente.

Opción 1a. El uso de hidróxido de calcio-Kolbach Método RA

La adición de alcalinidad para elevar la AR puede ser complicado. Como se discutió en [Capítulo 6](#), Que básicamente tienen una elección entre carbonato, bicarbonato o adiciones de hidróxido. El carbonato de calcio ha demostrado ser ineficaz, de modo que es

fuera. El bicarbonato de sodio se puede añadir directamente al agua o al puré para aumentar la alcalinidad, pero el nivel de sodio en esta agua es alta ya. Haremos un ejemplo con bicarbonato de sodio, pero lo vamos a utilizar más adelante como Ejemplo 1d. El hidróxido de calcio parece ser una buena opción. La dureza de calcio añadimos va a quitar de la contribución alcalinidad, pero la concentración de calcio del agua es bajo 50 ppm es el mínimo recomendado.

Por lo tanto, el hidróxido de calcio (cal apagada) parece ser la mejor opción en este caso. Haremos dos ejemplos (1a y 1b), utilizando hidróxido de calcio y, luego seguir con otro ejemplo usando hidróxido de sodio (Ejemplo 1c) para que pueda ver las diferencias. En el Ejemplo 1a usaremos RA de Kolbach, y en el Ejemplo 1b usaremos alcalinidad Z para ilustrar esa diferencia. El propósito de estas adiciones es elevar la alcalinidad residual del agua a la gama sugerida de 120-200 ppm como CaCO_3 .

En este primer ejemplo, vamos a calcular el peso de hidróxido de calcio para lograr un Kolbach RA de 150 ppm como CaCO_3 .

1. La alcalinidad residual del agua es de 66 ppm como CaCO₃, o 1,32 mEq / L

L. Queremos llevar esto a 150 ppm como CaCO₃, o 3 mEq / L por lo que necesitamos:

$$3 - 1,32 = 1,68 \text{ mEq / L}$$

1,68 mEq / L será necesario para llevarnos a 150 ppm como CaCO₃.

2. From [Tabla 17](#) : 1 gramo por litro de calcio

hidróxido contribuye un ΔRA de 19,3 mEq / g • L. Por lo tanto, 1,68 mEq / L / 19,3 mEq / g • hidróxido de calcio L = 0,087 gramos / litro. Si nuestro volumen de agua es en galones, a continuación, multiplicando por 3.785 litros por galón nos dará la adición en gramos por galón (0,33 gramos / litro).

3. Podemos multiplicar estas adiciones por el volumen total de agua para obtener el peso total de la adición para el lote.

Una de las ventajas de trabajar con AR en este caso es que las concentraciones de todos los otros iones no cambian. los

cambio en la concentración de calcio del hidróxido de calcio ya está incorporado en el factor ΔRA .

El agua ajustado: 40

ppm Ca 9 ppm Mg

X ppm alcalinidad total como CaCO_3

140 ppm Na 60

ppm Cl 245 ppm

$\text{SO}_4 \cdot 2$

150 ppm alcalinidad residual como CaCO_3

Volver cálculo de la alcalinidad total nos da: $150 = X - (40 / 1,4 + 9 / 1,7)$, por lo tanto, $X = 150 + (40 / 1,4 + 9 / 1,7) = 183,8$ ppm como CaCO_3 , que se reúne la directriz sugerido. El calcio es todavía un poco baja, y podría incrementarse con la adición de cloruro de calcio, pero es probable que sea mejor que hacer un puré de prueba con este perfil en primer lugar, medir el pH puré, y ver cómo los gustos de cerveza antes de ajustar de nuevo.

Opción 1b. El uso de hidróxido de calcio-Z RA

Método

El nuevo modelo Z sugiere que la alcalinidad Z del agua a la Z pH necesita ser tomada en consideración para determinar la cantidad adecuada de alcalinidad adicional para golpear el pH puré objetivo, en lugar de la alcalinidad total tradicional. Para este ejemplo, utilizaremos un pH Z de 5,4.

1. El primer paso es calcular el C_T para el agua.

$$dO_T = \text{Alcalinidad Total} / 50 \div ? C_0$$

El pH del agua era 9, por lo que hace referencia a [Figura 25](#)

$$(P. 127), ? C_0 = 0,01 \text{ a } -1,04 = 1,03$$

$$dO_T = 100/50 \div 1,03 = 1,94$$

2. Calcular Z alcalinidad y Z RA para el agua.

$$Z_{5,4} = dO_T \times ? C_Z = 1,94 \times (-0,1 \text{ a } -1,04) = 1,82 \text{ mEq / L}$$

3. Calcular la mEq / L de calcio y magnesio.

$$\text{mEq / L Ca} = 40/20 = 2 \text{ mEq / L}$$

$$\text{mEq / l de Mg} = 9 / 12,1 = 0,74 \text{ mEq / L}$$

$$4. Z \text{ RA} = 1,82 - (2 / 3,5 + 0,74 / 7) = 1,14 \text{ mEq / L}$$

Queremos llevar esto a 150 ppm como CaCO_3 , o 3 mEq / l, por lo que necesitan de $3 - 1,14 = 1,86 \text{ mEq / L}$

1,86 mEq / L será necesario para llevarnos a 150 ppm como CaCO_3 .

5. La aplicación de la misma metodología que anteriormente en la Opción 1a:

De [Tabla 17](#) (. P 152): 1 gramo por litro de hidróxido de calcio contribuye un ΔRA de 19,3 mEq / g • L. Por lo tanto, $1,86 \text{ mEq / L} / 19,3 \text{ mEq / g} \cdot \text{hidróxido de calcio L} = 0,096 \text{ gramos / litro}$.

Si nuestro volumen de agua es en galones, a continuación, multiplicando por 3.785 litros por galón nos darán la adición en gramos por galón (0,365 gramos / galón).

Tenga en cuenta que esta cantidad es mayor que la adición calculado en la Opción 1a.

1c Opción. Usando Hidróxido de Sodio-Kolbach Método

El hidróxido de sodio es la base más fuerte y su uso para elevar la alcalinidad aumentará la concentración de sodio lo menos. (Aunque se puede utilizar hidróxido de potasio en lugar de aumento cero, pero ¿dónde está la diversión en eso?)

1. Podemos utilizar la información calculada en el Paso 1 del Ejemplo 1a para que podamos empezar. El cambio en la AR necesario para llevarnos a un RA de 3 mEq / L es de 1,68 mEq / L.

2. El hidróxido de sodio es una base fuerte y tiene una carga de 1 mEq / mmol. De [Tabla 17](#) (. P 153), hidróxido de sodio contribuye 25 mmol / L por gramo, y por lo tanto de 25 mEq / g • L. Dividiendo 1,68 por 25 da el peso de la suma en gramos por litro de hidróxido de sodio necesario:

$1,68 / 25 = 0,067$ gramos por litro de hidróxido de sodio es necesario para aumentar la RA a 3 mEq / L.

3. Calcular el incremento de la concentración de sodio,

$$0.067 \times 575 \text{ ppm} = 38,5 \text{ ppm}$$

Nota: Esta adición de hidróxido de sodio también podría ser

hecho utilizando una solución de 1 Normal (N), como se describe en [Capítulo 6 y Apéndice C . Una solución 1 N contribuye 1 mEq / mililitro](#), por lo que la adición necesaria de 1,68 mEq / L se lleva a cabo mediante la simple adición de 1,68 mililitros de la solución por litro de agua de infusión.

1d opción. El uso de bicarbonato de sodio-Z Alcalinidad

Método

Vamos a calcular una adición de bicarbonato de sodio por el simple hecho de ejemplo. Podemos utilizar el C_T y la información de Z alcalinidad del ejemplo anterior (1b):

$$\text{do } \tau = 100/50 \div 1,03 = 1,94 \text{ mmol / L en el agua}$$

$$\text{Z 5.4 Alcalinidad} = \text{C } \tau \cdot ? \text{ c } z = \cdot 1,94 (-0,1 - -1.04) =$$

$$1,82 \text{ mEq / L}$$

$$\text{Z RA} = 1,82 - (2 / 3,5 + 0,74 / 7) = 1,14 \text{ mEq / L}$$

1. El? C_z para la adición de bicarbonato es (-0,1 a -1,0)

porque bicarbonato siempre empieza en -1.0 mEq / mmol, independientemente del pH del agua. Por tanto, el? Cz = 0,9 mEq / mmol.

2. El Cz para el bicarbonato de sodio es de 11.9 mmol / g • L.

multiplicando Cz por? cz = 11.9 x 0.9 = 10,7 mEq / L de alcalinidad Z por gramo de NaHCO₃.

3. De nuevo, sabemos por ejemplo 1b que necesitamos 1,86 mEq / L, para

llevarnos a 3 mEq / l, por lo que vamos a dividir

1,86 por el 10,7 mEq / L por gramo del NaHCO₃ para obtener el peso de la adición por litro:

1,86 / 10,7 = 0,174 gramos por litro.

4. 0,174 gramos por litro nos da un 0,174 adicional •

273,7 = 47,6 ppm + 140 ppm = 187,6 ppm Na, que está realmente empujando el sobre. Si hubiéramos calculado la adición de bicarbonato utilizando el método de Kolbach, por ejemplo 1a, la adición de bicarbonato de sodio habría sido 11,8 mEq / L en lugar de 10,7, y los números resultantes sería 0,158 gramos por litro y

43 ppm de sodio adicional.

Como se puede ver, hay muchas opciones y permutaciones de opciones diferentes cuando se trata de calcular adiciones de alcalinidad. La más sencilla es utilizar Kolbach. El más complejo es el uso de alcalinidad Z y bicarbonato de sodio. El método que utilice depende de usted. El método casi no importa. Lo que importa es que usted es capaz de determinar una estimación de lo que hay que hacer, y luego elaborar cerveza que la cerveza, medir el pH puré resultante, y el sabor de la cerveza para evaluar sus resultados. Establecer un objetivo, formular un plan, medir sus resultados, y repetir hasta que esté satisfecho.

Opción 2-Prepare una cerveza diferente

El agua podría funcionar mejor para una cerveza negra americana con su carácter asertivo hop y el alto sulfato en el agua. Sin embargo, el alto contenido de sodio en combinación con sulfato de alta ha sido conocido para crear una amargura duras, por lo que tal vez una cerveza de lúpulo agresiva no es una buena idea tampoco.

Una cerveza de color ámbar estadounidense podría ser una buena opción. Meno

de lúpulo que la cerveza negra americana, este estilo todavía contiene maltas caramelos medianas para la acidez, 13 SRM, y la gama RA es 0-60.

agua de inicio: 40

ppm Ca 9 ppm Mg

100 ppm de alcalinidad total 140

Na

60 ppm Cl₂45

ppm SO₄₋₂

pH = 9

66 RA (calculado)

Meta de agua:

50-150 ppm Ca (bajo)

40-120 ppm Alcalinidad total (de verificación)

100-200 SO₄₋₂ (alto) 50-100 Cl- (bajo) 0-60 RA
(alto)

La acidificación general no se recomienda para esta categoría.

Ahora tenemos espacio para añadir cloruro de calcio y para aumentar la dureza y equilibrar el sulfato sin impactar negativamente en la gama RA sugerido.

inicio 1. Vamos mediante la adición de 1 gramo de cloruro de calcio por galón (72 Ca, 127,4 Cl-). Esta adición cambia el perfil de las aguas a:

agua ajustada (1): 112

ppm Ca 9 ppm Mg

100 ppm de alcalinidad total 140

Na

187 ppm Cl245

ppm SO₄₋₂

15 RA (calculado)

(Véanse los ejemplos anteriores para los cálculos)

Esta agua es mejor. Se ajusta el perfil sugerido para la alcalinidad residual, pero no es *mucho* mejor en general. El calcio es ahora alto, y el RA ahora es un poco baja para el color que la intención de tener (15-18 SRM). El sodio,

cloruro y sulfato concentraciones son todos de alta, lo que puede hacer que el sabor de la cerveza mineralidad.

2. Vamos a probar esto, con sólo 0,5 gramos por galón adición de cloruro de calcio.

agua ajustada (2): 75

ppm Ca 9 ppm Mg

100 ppm de alcalinidad total 104

Na

89 ppm Cl245

ppm SO₄₋₂

40 RA (calculado)

Esta agua es mucho mejor. El calcio y la alcalinidad residual son ambos ahora mejor emparejado con el color deseado, y el cloruro está en el rango. Hemos hecho lo mejor de una mala situación. Preparar la cerveza y el sabor de los resultados antes de explorar otras opciones (como la compra de agua no ablandada de la ciudad).

Perfiles de agua y la caja Negro

Es interesante que muchos aspectos de la elaboración de la cerveza se dejan al arte, en lugar de ser diseñado hasta el último detalle. ¿Por qué sólo tenemos recomendaciones generales para las concentraciones de iones en el agua? ¿Por qué no sabemos,

en esta edad de oro de
tecnología, las cantidades específicas y tipos de iones que se utilizan en
el proceso de fermentación? ¿Por qué no tenemos una lista completa de
todos los nutrientes y cofactor de iones

¿reacción? Quizás eso es porque
fermentación funciona y hay grandes problemas que resolver. Tal vez
hay un número excesivamente grande de combinaciones de
contenido de minerales y otros parámetros que producirán una buena
cerveza. Cualquiera que sea la razón, el proceso de fermentación
puré y siempre han sido considerados como una especie de caja de
negro cuando se trata de la composición del agua. El término “cuadro
negro” significa que podemos predecir el resultado de un proceso
basado en las entradas, pero no entender completamente lo que
sucede dentro de la

proceso. Todo parece que sabemos acerca de elaboración de la cerveza es el agua que se recomiendan ciertas concentraciones de iones; no parece que importa lo concentraciones salen, o cómo las concentraciones de iones cerveza terminada afectan el sabor de la cerveza. Sólo nos parece que sabemos el efecto de las concentraciones iniciales sobre la cerveza.

Además, hay muy poca investigación parece haber sido hecho en las contribuciones de iones de la malta de cerveza en el rendimiento general. La siguiente tabla muestra los datos presentados por Taylor ⁴ un todo-malta 10 ° P (1.040) cerveza fue elaborada con agua destilada. Es interesante observar que la concentración de magnesio es de 70 ppm en el mosto y 65 ppm en la cerveza. Al parecer, 5 ppm se consumen, fuera de lugar, o lanzado a lo largo del camino. El magnesio se dice que es una enzima importante co-factor y de nutrientes para la levadura, y hay al menos un papel que indica que se requiere un mínimo de 5 ppm para un buen rendimiento de la levadura. Podría un mosto con solamente 5 ppm de puré de magnesio y fermentar tan bien como este

uno con 70? ¿O hay un umbral, por ejemplo, se necesita un nivel mínimo de 50 en solución, pero se van a consumir sólo el 4%? En este punto en el tiempo que no parecen saber definitivamente, y sería interesante averiguar más.

Contenido de iones en la Hierba (10 ° Plato) y cerveza Uso de Agua desmineralizada Constituyente

	Wort (mg / l)	Beer (mg / l)
Na + 1	10	12
K + 1	380	355
ca + 2	35	33
mg + 2	70	sesenta y cinco
Zn + 2	0.17	0
Cu + 2	0.15	0.12
Fe + 3	0.11	0.07
cl-	125	130
SO4- 2	5	15
PO4- 3 (Gratis)	550	389
PO4- 3 (Total)	830	604

referencias

1. Brungard, M., "El conocimiento de agua".

<https://sites.google.com/site/brunwater/waterknowledge> 2013.

2. Steele, M., *Técnicas IPA-elaboración de la cerveza, recetas y*

la evolución de la India Pale Ale. Brewers Publications, Boulder, CO, 2012.

3. Bamforth, CW, "inorgánicos iones en Beer-A Survey".

MBAA TQ Vol. 49, 4: 131-133, 2012.

4. Sacerdote y Stewart, *Handbook of Brewing, 2 Dakota del Norte Ed.,*

Capítulo 4-agua. DG Taylor, CRC Press, 2006.

* Chimay, no chimay (broma de cerveza.)

Tratamiento de Agua Fuente

Tecnologías para la

Cervecería

El agua es una de las materias primas más importantes para el control de la fábrica de cerveza. Es el constituyente principal en la cerveza, que comprende al menos 90 por ciento en la mayoría de los casos. Es de vital importancia que la cervecera evalúa la fuente de agua al momento de elegir una ubicación para su cervecería, porque una vez que ha construido su cervecería, hay poca o ninguna posibilidad de conseguir una fuente que el agua diferente tiene que hacer lo mejor con lo que tiene. La responsabilidad del fabricante de cerveza de la calidad del agua supera a la de cualquier otro ingrediente. De hecho, es el único ingrediente principal para el que la cerveza es específicamente responsable. Un maltero es responsable de la malta. Un cultivador hop / empaquetador es responsable de los saltos

y por lo general un laboratorio levadura es responsable del cultivo puro. Es responsabilidad de la cafetera para entender su fuente de agua y ser capaz de modificarlo, según sea necesario, para preparar consistentemente buena cerveza, durante todo el año.

Un fabricante de cerveza necesita agua de alta calidad que puede ser fácilmente utilizada para cada necesidad fábrica de cerveza, ya sea en el puré, la caldera, o para la limpieza. El agua debe estar libre de malos sabores y olores o la cafetera debe tener las herramientas para hacer fácilmente que así sea. La clave para tener agua de elaboración de la cerveza de alta calidad es saber la fuente de agua es capaz de reconocer los cambios y adaptarse para mantener la calidad de la cerveza. Si bien esto puede ser una tarea desalentadora para un fabricante de cerveza novato, con el tiempo, el estudio y la experiencia puede convertirse en una segunda naturaleza.

Los requisitos generales para el suministro de agua fábrica de cerveza son simples. El agua debe ser potable y libre de contaminantes. Hoy en día, la potabilidad no suele ser una preocupación, pero una de las razones de la popularidad de la cerveza largo de la historia fue el hecho de que el proceso de elaboración de la cerveza dictó el local de agua biológicamente segura para beber. El problema del agua más común para los fabricantes de cerveza de hoy es el potencial de off-

sabores en la cerveza debido a la contaminación industrial / química o subproductos de la desinfección de agua (DBP). El problema se hace doble: 1) cómo reconocer los contaminantes, y

2) la forma de deshacerse de ellos.

contaminantes y los efectos de fuentes de agua se discutieron en [Capítulo 2](#)

3 . En este capítulo se centrará en los métodos y herramientas para eliminar los contaminantes. Nos ocuparemos de ellos en el mismo orden en que se abordan en el tratamiento de agua estándar: la eliminación de sólidos en suspensión, la eliminación de sólidos disueltos, y la eliminación de contaminantes líquidos y gas.



La figura de la pantalla 28-Rotary en Sierra Nevada Brewery

Extracción suspendida de extracto seco de filtrado mecánico

Extracción de partículas es una etapa de tratamiento importante tanto para agua pre-tratamiento y tratamiento de aguas residuales. En el caso de pretratamiento del agua, el agua cruda se alimenta típicamente

a través de filtros convencionales rápidos de arena, o arena y carbón de antracita. Los filtros. Estos son generalmente de gran tamaño instalaciones, adecuadas para un pueblo o ciudad. Si una fábrica de cerveza está teniendo problemas de sólidos en suspensión, la solución es generalmente un filtro más pequeño, típicamente de medio granular, fibras de polímero, u otros medios reemplazables o recargables. Los cartuchos de filtro pueden venir en muchas formas, tales como gránulos envasados, hoja plana, tubular, o en espiral. Los filtros granulares utilizan medios granulares,

tal como arena o

tierra de diatomeas, para crear el lecho del filtro. filtros enrollados en espiral utilizan fibras para crear una matriz que atrapa y dificulta las partículas. Los filtros se clasifican como estándar o absoluto. Un filtro estándar atrapa voluntad 99% de las partículas en su rango de tamaño; un filtro absoluto no permitirá que las partículas pasen más grande que su calificación. Los filtros también están clasificados para la temperatura porque temperaturas muy altas pueden causar la descomposición prematura del medio de filtro.

Monitoreo de un aumento de presión significativa entre los puntos de entrada y salida de un filtro que puede dar una indicación de cuando el filtro necesita ser cambiado. Sólidos suspendidos

Los filtros son de uso general

agua condición previa antes de carbón vegetal y la filtración de ósmosis inversa para suministros típicos de agua potable.

Retirar los sólidos disueltos-hierro y manganeso

Hierro y manganeso puede causar muchos problemas en la elaboración de la cerveza más allá de la neblina, sabores desagradables, y el endurecimiento prematuro. Ambos iones se eliminan típicamente en las primeras etapas de tratamiento de aguas municipales por oxidación en sus formas insolubles, que luego permite que se filtran desde el agua. Sin embargo, incluso concentraciones muy pequeñas restantes de estos iones pueden conducir a problemas de deposición y de corrosión en los sistemas de calderas e intercambiadores de calor.

Una manera sencilla de eliminar el hierro es de unirse con fosfatos. Este es un enlace débil que puede romperse por el calor o la luz fuerte, pero convierte el hierro en una forma insoluble que puede ser ya sea resuelta o se filtra. Algunas pequeñas fábricas de cerveza comerciales se han conocido para dosificar toda el agua entrante con ácido fosfórico y utilizarlo por primera vez en el sistema de licor frío. Esto causa la precipitación del fosfato de hierro y puede sedimentar durante la noche. El agua limpia se puede extraer al día siguiente para su uso como licor caliente para la próxima

lote. El recipiente de sedimentación tiene que tener un drenaje inferior para el drenaje del precipitado y un puerto lateral para acumular el agua limpia. El precipitado en el fondo del tanque contendrá hierro y tiza lo que es importante para limpiarlo a menudo.

A homebrewer puede usar este mismo método para resolver hierro del líquido de elaboración de la cerveza acidificando el agua con ácido fosfórico a un pH entre 5,5 y 5,7, y refrigerar el recipiente durante la noche. Se debe tener cuidado de no perturbar el sedimento cuando el trasiego licor claro fuera.

El manganeso es difícil de oxidar con aireación típico. Es usual requiere un más fuerte oxidante me gus cloro / hipoclorito. Esta es la razón por depósitos de óxido de manganeso son un problema en los sistemas de refrigeración por agua, que utilizan estos productos químicos para evitar bio fouling. La oxidación de manganeso es auto-catalizador, lo que significa que una vez formada, la deposición se acelera. Es un depósito extremadamente duro y tenaz, lo que requiere métodos mecánicos y químicos agresivos eliminar. Es más noble que el acero inoxidable, y hará que la corrosión galvánica y picaduras del acero por debajo de los depósitos de manganeso.

El manganeso se puede retirar por filtración arena verde. Greensand es una sustancia de origen natural, que contiene la glauconita mineral, que es capaz de reducir el hierro, el manganeso, y el sulfuro de hidrógeno a partir de agua a través de la oxidación. Cuando se agota la capacidad oxidante de la cama de arena verde, la cama puede ser regenerado con un permanganato débil de potasio ($KMnO_4$) solución.

manganeso basados en Greensand, hierro, y sistemas de tratamiento de sulfuro de hidrógeno son fácilmente disponibles. Estos son sistemas granulares de medios que pueden ser monitoreados y mantenidos como ablandadores de agua de intercambio iónico. Hierro y manganeso también se pueden eliminar por los sistemas de intercambio iónico. De hecho, todos los iones pueden ser, de una manera u otra.

Extracción de cuerpos sólidos disueltos intercambio de iones

sistemas de intercambio de iones utilizan perlas de polímero que se fabrican para contener cualquiera de los sitios de intercambio de cationes o de aniones dentro del esqueleto polimérico. Mientras que las perlas se ven sólido bajo un microscopio, su estructura molecular se asemeja más a una bola de hilo, el logro de la permeabilidad al agua y un área superficial alta para el intercambio de iones.

Durante el uso, el agua fluye a través del lecho del medio, y a través de la perlas impregnadas de resina, donde el iones indeseables en el agua se intercambian con los de la resina, y ligados a su vez. Estos sistemas tienen las ventajas de la alta velocidad de flujo, presión de espalda, y relativamente fácil mantenimiento, aunque algunos son mejores para algunas tareas que otros. Una desventaja general de los sistemas de intercambio iónico es el residuo de salmuera concentrada producida por el proceso de regeneración.



Figura 29-El descalcificador de agua en Kinetic Brewing Co. en Lancaster, CA

Cuatro tipos de resinas de intercambio iónico están disponibles:

intercambiador de cationes débilmente ácido, fuertemente intercambiador de cationes ácido, intercambiador de aniones débilmente básico, y el intercambiador de aniones fuertemente básico. Cada tipo de intercambiador tiene sus ventajas para las diferentes especies que la cervecería quiere quitar. Ver [Tabla 20](#). La nomenclatura proviene de la teoría de ácido, que establece que la base conjugada de un ácido fuerte es una base débil, y el ácido conjugado de una base fuerte es un ácido débil, y viceversa en ambos casos. En otras palabras, si el hidróxido de calcio se considera que es una base fuerte (es), entonces es un ácido débil. Del mismo modo, el ácido sulfúrico es un ácido fuerte y una base débil. Una resina catiónica de ácido débil elimina el calcio y el magnesio, porque estos son los cationes de los “ácidos débiles” de calcio e hidróxido de magnesio.

Tabla 20 Pros y contras General de Tipos de resina de intercambio iónico

tipo	Pros	Contras
Ácido débil	Dos tipos: H + 1 y Na + 1 Bueno para retirar todos los iones de metales divalentes,	La regeneración es difícil de controlar. Propenso a sulfato de calcio
Catión (WAC)	incluyendo los iones de dureza -Ca + 2, Mg + 2 y la objetable Fe + 2 y Mn + 2	ensuciamiento Sensible a

	<p>Este tipo sólo elimina la dureza temporal, no permanente. Alta capacidad</p> <p>El uso eficiente de los productos químicos de regeneración</p>	<p>cloro</p> <p>contaminación / cloramina</p>
ácido fuerte	Dos tipos: H + 1 y Na + 1	Sensible a la contaminación de cloro / cloramina sensible
Catión (SAC)	<p>común la eliminación de (Na + 1) o todos los cationes (H + 1)</p> <p>la vida de resina de largo de 10-15 años</p>	<p>al choque térmico de salida alta de sodio para Na + 1 tipo</p> <p>Propenso a hierro, sulfato de calcio, y el ensuciamiento de aluminio</p>
Débil aniónico de base (WBA)	<p>Elimina la mayoría de los aniones, pero no CO 2 o SiO 2</p> <p>Más económico que anión de base fuerte</p>	<p>El efluente todavía contiene SiO 2,</p> <p>por lo tanto, no es adecuado para el uso de la caldera</p>
Anión de base fuerte (SBA)	<p>Elimina todos los aniones, incluyendo CO 2 y SiO 2</p>	<p>Requiere fuerte cáustica para la regeneración</p> <p>Shorter vida resina de 2-5 años</p>

Del ácido débil de cationes comunes Decalcificadores

catiónica de ácido débil y las resinas catiónicas de ácido fuerte son muy similares, las diferencias principales siendo el grado de ablandamiento que cada tipo puede lograr. sistemas de WAC sólo eliminar el calcio y el magnesio asociado con bicarbonato (es decir., dureza temporal) y sólo bajo alcalina condiciones (es decir potable de agua), mientras que SAC eliminará todo el calcio y el magnesio a cualquier pH del agua. sistemas de WAC se utilizan comúnmente para el tratamiento de agua salobre o pulido de efluente cal de ablandamiento. Son propensos a los mismos problemas de degradación como resinas SAC.

Ácido fuerte de cationes-Completa Agua Suavizante

Un ablandador de agua típica SAC funciona mediante el intercambio de todos los iones metálicos divalentes en el agua por iones de sodio. $\text{Na} + 1$ Tipo suavizantes SAC tienen un lecho de resina que está inicialmente cargado con $\text{Na} + 1$ iones (monovalente). Como iones divalentes (típicamente Ca^{2+} , mg^{2+} , Fe^{2+} , y $\text{Mn}^{+ 2}$) pasan por encima de la cama, intercambian con los iones monovalentes, debido a su mayor afinidad con la resina. El ablandador de agua también contiene un depósito de sal que debe ser repone en una base regular.

Una vez que el lecho de resina ha sido completamente agotado, se lavó abundantemente con la salmuera de sal para desplazar los iones de metal recogido de la resina y el proceso puede comenzar de nuevo. Aunque es más caro, cloruro de potasio (KCl) se puede utilizar en lugar de cloruro de sodio para evitar los efectos negativos para la salud de sodio añadido.

resinas SAC también vienen con H + 1 como el intercambio iónico, y esta forma puede eliminar todos los cationes del agua al tiempo que contribuye solamente H + 1 ion en el agua. Esto los hace más adecuados para aplicaciones de agua de alta pureza, tales como alimentación de la caldera.

Obviamente, de tipo sodio suavizantes SAC no se deben utilizar en la fábrica de cerveza para la producción de licor de elaboración de la cerveza a menos que se utilizan como pre-tratamiento para un desmineralizador o sistema de ósmosis inversa. Los altos niveles de sodio son preferibles a los altos niveles de calcio en el tratamiento de ósmosis inversa porque el sodio es altamente soluble y menos propenso a precipitar sobre la membrana. El carbonato de calcio es más probable que precipitar en membranas de RO y dar lugar a fallo del sistema temprana.

reducción de alcalinidad es la búsqueda eterna de los fabricantes de cerveza, y el intercambio iónico proporciona un medio probado y verdadero de llevarla a cabo. intercambiadores de SBA también pueden eliminar de sílice, que puede ser un problema particular en sistemas de intercambiadores de caldera / calor.

Un intercambiador de AMB elimina los aniones de ácidos fuertes (Cl-, SO 4-2, NO 3-) mediante el uso de hidróxido. Estas unidades generan dióxido de carbono, que debe ser ventilado o purgado para evitar la corrosión de aguas abajo, y no eliminan silicato.

Un SAC y el emparejamiento de la AMB hacen una buena combinación para el tratamiento previo de agua para sistemas de ósmosis inversa. Esta combinación tiene una gran capacidad de tratamiento y la regeneración eficiente.

Base aniónico fuerte Dealkalizing Tratamiento

Este tipo de sistema elimina tanto los aniones de ácidos fuertes y débiles, incluyendo carbonatos, silicatos, y nitratos (w / opción resina especial). SBA se puede combinar con SAC, y utilizar el anión del ácido, o hidróxido de sodio, para la regeneración. Una combinación SAC / SBA producirá agua que es adecuada para calderas de alta presión.

Asumiendo

la debida atención a los detalles y el pretratamiento de aguas arriba, este proceso es capaz de producir agua con menos de 0,01 mg / L. La desventaja de SBA es que requiere mucho más químico para la regeneración de un sistema de la AMB.

sistemas de SBA también están disponibles que utilizan cloruro como el intercambio en lugar de hidróxido. Estos sistemas no son tan intensivo de químicos, y funcionan muy bien en la reducción de la alcalinidad. Sin embargo, cuando se combina con un SAC usando sodio en lugar de H + 1, la salida es una solución salina de luz que puede ser muy corrosivo para los tubos de acero inoxidable. Hay una nube por cada resquicio, por así decirlo.

resina SBA también es particularmente propenso a la incrustación por moléculas orgánicas, no sólo los contaminantes industriales, tales como disolventes y aceites, sino también fulvico y ácidos húmicos de vegetación en descomposición en agua de la superficie de origen natural. unidades AMB son mucho menos afectada por este tipo de ensuciamiento y se pueden usar para eliminar los compuestos orgánicos por delante de una unidad de SBA si es necesario.

Los reactores de intercambio iónico de lecho mixto,

Aunque los sistemas de intercambio de cationes de serie y de aniones se han discutido, los sistemas de lecho mixto que contiene tanto SAC

(Tipo H) y SBA (tipo OH) están también disponibles que combinan la funcionalidad de los dos: cationes se intercambian por iones de hidrógeno; aniones son intercambiados por iones hidroxilo. Si los cationes y aniones están equilibrados, las emisiones de intercambiador de cantidades iguales de iones hidrógeno e hidroxilo que se combinan para formar agua. La desventaja de un sistema de lecho mixto es que una vez se gastan las resinas que debe ser recargada por lavado con tanto fuerte ácido cáustico y fuerte. Este ciclo puede ser costoso y no muy el medio ambiente. unidades de lecho mixto se utilizan más comúnmente para pequeñas cantidades de agua pura. Algunos cerveceros caseros utilizan este tipo de unidad, obtenida de los proveedores de la manía acuario de arrecife, para preparar licor de infusión. Pequeñas fábricas de cerveza (20 bbl y menos) pueden comprar filtros mixedbed a modo de intercambio. Un filtro típico mixedbed arrendado durará por 800 a 2, 000 litros de agua, dependiendo de la TDS del agua de la fuente. Compañías cobran un contrato de arrendamiento y una cuota de reemplazo. La conductividad del agua de origen puede ser medido y comparado a la conductividad del agua de salida para establecer un estándar para una fábrica de cerveza o marca específica. La conductividad del agua de salida puede ser

supervisado para comprobar cuando un desmineralizador necesita ser recargada.

Extracción Disuelto de extracto seco de nanofiltración y ósmosis inversa



Figura 30-El sistema de ósmosis inversa de agua en Fuente de Piedra Brewing Co., en Escondido, CA.

La microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa son todos referidos colectivamente como las tecnologías de membrana porque utilizan una película fina para actuar como un filtro para sólidos disueltos. Las partículas más pequeñas de limo y sólidos suspendidos que los filtros de arena típicamente pueden filtrar a cabo alrededor de 10 micrómetros (0,0004") de diámetro. La microfiltración puede eliminar las células de levadura y la mayoría de las bacterias hasta 0,1 micrómetros (4 micropulgadas). Ultrafiltración normalmente puede hacer diez veces mejor, hasta 0,01

micrómetros (0,4 micropulgadas), filtrando la mayoría de virus. La nanofiltración hace 10 veces mejor que Ultra, y puede filtrar la mayoría de proteínas y algunos iones disueltos, pero ósmosis inversa supera a todos, hasta 0,0001 micrómetros (4×10^{-3} micropulgadas), y es capaz de filtrar cationes y aniones más disueltos, pero los gases no disueltos.

Estas membranas pueden ser hechas de acetato de celulosa o película de material compuesto de poliamida. Las películas de poliamida son más eficaces en sílice de filtrado y (pequeñas) iones monovalentes, pero también muy susceptibles a la oxidación y el polímero desglose (agujeros) debido a cloro, cloramina, y otros oxidantes. El acetato de celulosa es un poco más robusta y, a menudo se utiliza para situaciones de alto ensuciamiento.

La ósmosis es la difusión de agua a través de una membrana semipermeable desde una región de baja concentración de soluto a una región de alta concentración de soluto. Piense de la presión osmótica como una fuerza que intenta igualar las cosas, para traer dos sistemas adyacentes a la misma concentración de solutos tirando del agua a través de la membrana hacia el lado “seco”. (En realidad, la presión es

que

debido a posibles diferencias químicas en vez concentración, pero se entiende la idea.) La ósmosis inversa significa que estamos aplicando suficiente presión a la parte alta de solutos para superar la presión osmótica y concentrar los solutos aún más. En realidad, todas estas tecnologías de membrana dependen de la presión aplicada para superar la presión osmótica natural de cualquier sistema dado. La diferencia es el tamaño de partícula que está bloqueado por la membrana. Obviamente, "filtración de ósmosis inversa" requiere la presión más alta de cualquiera de los métodos, típicamente en el intervalo de 10-15 bar, dependiendo de la solutos, temperatura, pH, etc. (1 bar es aproximadamente 1 atmósfera de presión).

sistemas de ósmosis inversa pueden ser bastante simples (sin partes móviles), y los sistemas pequeños se venden en los almacenes grandes mejoras para el hogar y proveedores de acuario a precios razonables. Los sistemas más grandes son ampliamente utilizados en las operaciones de elaboración de la cerveza comerciales para tratar la alta alcalinidad o agua salobre, especialmente en las zonas áridas del mundo, como África y el Oriente Medio. Los sistemas más grandes utilizan típicamente bombas de alta presión y niveles de mucho

cartuchos de membrana más grandes que los pequeños sistemas.

El sistema típico pasa primero el agua a través de un filtro de partículas o los filtros (5 y 1 micra son tamaños comunes) y luego un filtro de bloque de carbono. El filtro de carbón elimina orgánicos, cloro y cloramina, que pueden ensuciar o envenenar la membrana RO. El agua de alimentación pasa a continuación a un cartucho de membrana. Los cartuchos utilizan filtración de flujo cruzado, en el que el permeado se extrae a un lado, mientras que la mayoría del agua continúa el flujo de salida (drenaje / residuos) y se lleva el contenido iónico concentrado. Una válvula de salida restringe el flujo, se mantiene una alta presión sobre la membrana. Un operador puede controlar esta válvula para ajustar la velocidad de flujo de presión y de aguas residuales (referido como el 'concentrado' o 'salmuera') para una mejor eficiencia.

Los sistemas simples que se venden para uso en el hogar no tienen esta característica. La carcasa de cartucho tiene un orificio fijo para limitar el flujo de residuos y crear la elevada presión osmótica inversa en la membrana. La carcasa también incluye un puerto de salida para el agua filtrada que impregna la membrana (es decir, el permeado). El permeado pasa a cualquiera

a un tanque de presión o depósito abierto (tanque atmosférica). Los tanques de presión contienen una vejiga a presión. Como permeado fluye en el tanque, el aire de esta bolsa es comprimido y la presión en el depósito se eleva. Cuando la presión del tanque, más la presión osmótica es igual a la presión del lado de alimentación, no más el agua permea la membrana y se detiene colección. Estos sistemas suelen tener un interruptor de presión de control de la presión del tanque de vejiga que opera una válvula para cerrar la alimentación y / o concentrar líneas cuando permeado no se recoge para evitar el desperdicio de agua de alimentación.

La ventaja del depósito de presión sobre estos pequeños sistemas es que puede ser conectado a un grifo conveniente para sacar agua RO para beber o cocinar. Aunque el sistema de tanque de presión es útil para pequeños volúmenes, que reduce la tasa de filtración en general, ya que reduce la diferencia de presión a través de la membrana como se llena el tanque. El agua se puede obtener más rápidamente desconectando el depósito de presión o dejando el grifo abierto y recoger el agua en otro recipiente abierto.

Críticas percibidos en los sistemas de RO por lo general implican la alta relación de concentrado a impregnar producción.

Típicamente, menos del 20% del agua de alimentación se captura como permeado en los sistemas de hogar típico. Esto significa que por cada galón que entra en el Equipo de Alto Nivel, 4 galones van por el desagüe. Esto puede ser un factor importante en función de la fuente de agua, si se trata de un pozo de agua fresca, o el océano. En sistemas más elaborados la recuperación (la fracción de agua de alimentación se recupera como permeado) pueden ser sensiblemente superior-tan alta como 80% o incluso un poco más- pero tales altas tasas de recuperación vienen a expensas de un mayor contenido de ion de permeado y salmuera más concentrada . la eliminación de la salmuera es a menudo un problema, si se trata de volúmenes bajos de alta concentración, o grandes volúmenes de baja concentrado.

Otras críticas se relacionan con el alto costo de la sustitución de la membrana. Estos pueden ser mejorados por mantenimiento de la membrana adecuada. Carbon protección pre-filtro de cloro y cloramina, y ablandamiento catiónico para prevenir la deposición de carbonato de calcio ya se han mencionado. Pero otros minerales se concentran en la salmuera demasiado y esto, dependiendo de la química del agua de alimentación, pueden imponer límites de la recuperación máxima permitida.

filtros de ósmosis inversa pueden infectarse con microorganismos porque el desinfectante residual Chlo-Rine / cloramina tiene que ser eliminado del agua de alimentación de antemano. Se recomienda un pase final a través de un filtro estéril (micro o ultra) o esterilizador de la luz UV, así como un desaireador si se utiliza el agua de ósmosis inversa para la dilución post-ebullición se requiere. Los tanques y tuberías después de un filtro RO deben ser hechas de plástico (PVC o PEX) porque el agua desionizada es altamente corrosivo.

RO agua es una buena opción cuando el cervecerio necesita para eliminar la alcalinidad. RO también es bueno para la eliminación de elementos de problemas como el manganeso, silicatos, y hierro. Sin embargo, algunos de estos mismos elementos son responsables de ensuciamiento de las membranas, dando lugar a altas presiones de trabajo, alta caída de presión a través de las membranas, y el flujo de permeado bajo. Otros incrustantes son orgánicos, microorganismos, coloides, y la escala de carbonato. Que tiene una unidad de intercambio de iones por delante de un sistema de RO para reducir la carga en las membranas puede mejorar la eficiencia general y reducir el mantenimiento total.

Dado que las concentraciones moderadas de iones son deseables en

elaboración de la cerveza de agua, la capacidad de RO para despojar a casi todo el contenido iónico del agua puede ser contraproducente. ¿Por qué quitar todo lo que fuera y luego añadir un poco de vuelta? Las membranas de nanofiltración más permeables son más energía y eficiente del agua mientras que proporciona alcalinidad efectiva y la reducción de la dureza. La nanofiltración es también conocido como el ablandamiento de membrana ya que estas membranas son mucho mejores en el **rechazo de los iones divalentes más grandes (tales como Ca^{+2} y entonces 4-2) mientras pasa más de los iones monovalentes más pequeños (tales como Na^{+1} y Cl^{-1}).**

Aunque la calidad del agua de las membranas de nanofiltración es menos puro que el producido por membranas de ósmosis inversa, las concentraciones de iones finales siguen siendo bajos. Las membranas de RO típicamente rechazan 95 por ciento o más de todos los iones, mientras que la nanofiltración típicamente rechazan entre 80 y 90 por ciento. Un sistema de nanofiltración es típicamente capaz de reducción del 80% de sodio a partir de un agua de alimentación con intercambio de iones, tales como tomar el nivel de <200 ppm de sodio a <40 ppm de sodio. Las concentraciones más altas en el agua de alimentación se traducirá en mayores concentraciones en el permeado. Todos los otros iones en el permeado es probable que tengan

concentraciones mucho más bajas. Si el rechazo de sodio no es suficiente para satisfacer las necesidades de cervecería, utilizando agua de alimentación no ablandado o membranas de ósmosis inversa son alternativas a la consecución de un agua más pura.

La ventaja de la nanofiltración es que proporciona agua ablandada para su limpieza sin significativamente el aumento de los sólidos disueltos totales en la corriente de residuos, que pueden ser un problema de eliminación para intercambio iónico y ablandamiento con cal. En muchos casos, la nanofiltración puede proporcionar una calidad de agua aceptable elaboración de la cerveza con una mejor economía en general. La diferencia económica dependerá de las circunstancias específicas: TDS concentración, composición de la TDS, y límites de aceptación en el permeado. Muchas de las grandes fábricas de cerveza utilizan ahora en lugar de nanofiltración RO por sus necesidades de agua.

Las membranas de nanofiltración están disponibles para típico equipos comerciales en los mismos cartuchos de 2,5, 4, u 8 pulgadas de diámetro como están disponibles para membranas de ósmosis inversa. En este momento, las membranas de nanofiltración no están disponibles para adaptarse a los típicos sistemas de ósmosis inversa en casa. El relativamente reciente disponibilidad de RO asequible presenta una tremenda

oportunidad de la casa y comercial de cerveza por igual. Mientras que en el pasado se ha hecho hincapié en la fijación de agua en la masa o en el hervidor para hacer una cerveza adecuada (y de hecho la mayor parte del material de este libro refleja este), el paradigma puede ahora pasar a la preparación de agua de la fuente que es adecuado para todas las cervezas que se elaboran cerveza. La preparación es mucho más simple que la solución de problemas.

Extracción de líquido y contaminantes de gas

- Cloro

La contaminación microbiológica es la principal preocupación de cualquier proveedor de agua municipal. Estos contaminantes pueden ser bacterias u otros organismos tales como Cryptosporidium y Giardia intestinalis. es necesaria la desinfección residual para proporcionar una protección constante después de que el agua sale de la planta de tratamiento. Un buen desinfectante es un desinfectante y un fuerte y persistente que no pierde efectividad con el tiempo ya que el agua se encuentra en un tanque o tubería.

regiones de bajo flujo de la tubería o “puntos muertos” pueden ser un particular, problemas en las fábricas de cerveza porque el cloro / cloramina desinfectantes residuales típicamente se han eliminado para evitar malos sabores en la cerveza, tales como

clorofenoles. Las bacterias pueden formar depósitos o biopelículas en las regiones de bajo flujo que son posteriormente difíciles de desinfectar debido a que el espesor del depósito puede prevenir limpiadores y desinfectantes de llegar a toda la colonia.

Sin embargo, con las buenas prácticas de saneamiento en la fábrica de cerveza, la eliminación del cloro y cloramina en el primer lugar es el desafío. desinfectante de cloro se añade ya sea como “cloro libre” o cloramina. El agua puede ser tratada con cloro en varios lugares en el proceso de tratamiento inicial y el nivel de cloración puede ser ajustado durante todo el año. El cloro libre es el método más antiguo de cloración que produce ión hipoclorito OCl^- en el agua para oxidar y matar los organismos.

Cuando el cloro se disuelve en agua la siguiente reacción tiene lugar:



informes agua a menudo lista de cloro como, “cloro libre” o Las definiciones son como sigue “cloro residual.”:

El cloro libre = $2 [\text{Cl}_2] + [\text{HOCl}] + [\text{OCl}^-]$

cloro combinado = $[\text{NH}_2\text{Cl}] + 2 [\text{NHCl}_2] + 3 [\text{NCl}_3]$

El cloro residual = libre + cloro combinado

A pH por debajo de 7,6, HOCl es prevalente sobre OCl⁻.

HOCl es un mejor oxidante y es más capaz de penetrar la membrana celular de microbios debido a su carga neutra. Es, por lo tanto, una mejor germicida. El hipoclorito se añade al agua mediante la adición de hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, o haciendo burbujejar gas cloro a través del agua. El ión hipoclorito (cloro libre) es muy volátil y se puede retirar de agua por calentamiento o simplemente permitiendo que repose a temperatura ambiente en un recipiente abierto durante un largo período de tiempo. Afortunadamente para los cerveceros, simplemente calentando el agua a la temperatura huelga en una caldera abierta va a eliminar la mayor parte del cloro libre. Sin embargo, sólo se necesita muy pequeñas cantidades de cloro libre en el agua de escaldado para producir clorofenooles discernibles en la cerveza.

Por desgracia, hipoclorito también puede reaccionar con

(Oxidan) los compuestos orgánicos de la vegetación en descomposición para formar compuestos conocida como subproductos de desinfección (DBPs) potencialmente cancerígenos. Muchos de estos compuestos orgánicos son de origen natural y frecuente en las fuentes de agua superficiales como lagos y corrientes de agua. Estos subproductos de desinfección no son deseables en los suministros de agua potable y son controlados por la regulación ambiental y la Ley de Agua Limpia en los EE.UU.. Las cloraminas son mucho menos probable que se formen subproductos de desinfección, por lo que las compañías de agua con frecuencia utilizan cloraminas en lugar de cloro. Por desgracia, la cloramina tiene un umbral más bajo olor (3-5 ppm) que el cloro (5-20 ppm), y es la principal responsable de que el olor de la piscina. Sin embargo, algunos de estos subproductos de desinfección, como THM y HAA5, tienen umbrales de olor y sabor en partes por mil millones en la cerveza, por lo general a pescado o estanque similar.

Las cloraminas se crean mediante la combinación de cloro y amoníaco en agua. existen cloraminas en mono-, di-, y tri-formas de cloramina, pero la forma predominante es monocloramina. Se ha utilizado para la desinfección de agua potable desde la década de 1900 cuando se descubrió para proporcionar un desinfectante mucho más estable en agua

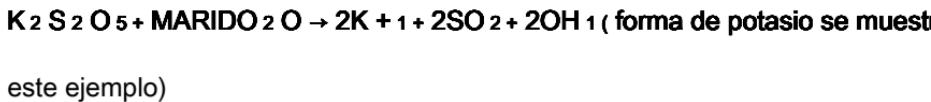
sistemas de distribución. Dado que los efectos tóxicos de los subproductos de desinfección de cloro se descubrieron en la década de 1970, las cloraminas se han convertido en un nuevo estándar para la desinfección de los suministros de agua que contienen contenido orgánico significativo. Se queda en solución ya, independientemente de la carga orgánica y por lo tanto funciona mejor como un desinfectante residual.

Cloramina ahora se utiliza en la mayoría de las grandes plantas de tratamiento de agua; aunque existe la preocupación de que la cloramina todavía causa más alta de lo deseables niveles de subproductos de desinfección. Por lo tanto otros procedimientos de desinfección tales como la ozonización y tratamiento con luz ultravioleta están siendo utilizados en algunas plantas. Dado que el tratamiento de ebullición requiere combustible y el tiempo, las opciones de cloro y de eliminación de cloramina más rentables son la degradación UV, filtración de carbón activado (GAC), o tratamiento metabisulfito.

Cloro / cloramina remoción por medio de metabisulfito

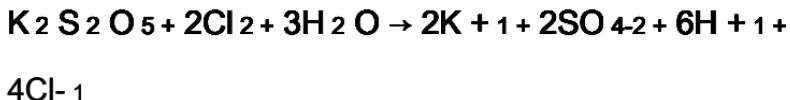
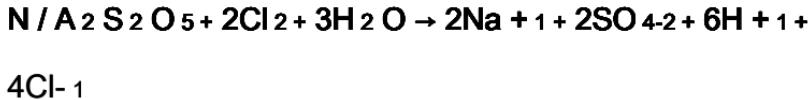
Vintners han utilizado durante mucho tiempo metabisulfito de sodio y metabisulfito de potasio (también conocido como tabletas Campden) para suprimir la levadura salvaje en mosto de vino. También es útil como un antioxidante en la cerveza. Sin embargo, es más útil para descomponer el cloro y cloramina en el agua.

Metabisulfito de forma dióxido de azufre cuando se disuelve en agua de acuerdo con la ecuación:



Es el dióxido de azufre que reduce el cloro a cloruro, y en cambio se oxida a sulfato.

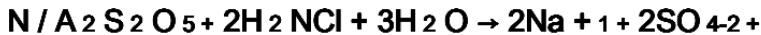
La ecuación para la descomposición de cloro por cualquiera de sodio o metabisulfito de potasio es:



Suponiendo 3 ppm de cloro residual está presente en el agua, esta reacción sería utilizar 4,7 ppm de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y el resultado en 3 ppm de cloruro, alrededor de 4 ppm de sulfato, y aproximadamente 6 ppm como CaCO_3 de alcalinidad neutralizado por los iones de hidrógeno.

La reacción de cloramina y metabisulfito es

similar:



Una vez más, suponiendo que 3 ppm de cloro residual, la reacción requeriría 9,4 ppm de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ y crear 3 ppm de cloruro, 8 ppm de sulfato, 1 ppm de amonio, y alrededor de 4,2 ppm de alcalinidad como CaCO_3 reducido. El ion amonio es un nutriente de levadura. Cualquier dióxido de metabisulfito / azufre residual no dañará la cerveza, pero actuar como un antioxidante. los números de tratamiento se dan en [Tabla 21](#) .

Requisitos de mesa 21 de la dosificación para el tratamiento metabisulfito

Las unidades son sin volumen, aunque si la concentración de cloro libre es de 3 mg / L (ppm), entonces el correspondiente requisito de metabisulfito de potasio sería $3 / 1.564 \times$ litros totales a tratar. Un factor de elusión de 20-30% más puede ser utilizado para asegurar la conclusión.

Constitucion	Por mg de cloro libre	Por mg Monocloramina
mg de potasio	1.564	3.127
metabisulfito requerido		
mg de metabisulfito de sodio	1,337	2,674

necesario

mg de sodio añadido *	0,323	0,646
mg de potasio añadido *	0,550	1.100
mg cloruro añadió	1.0	1.0
mg sulfato añadió	1.35	2.70
mg amoníaco añadido	0	0.51

Alcalinidad se neutraliza (ppm como

CaCO_3)

*Si se utiliza. (Los cálculos cortesía de AJ DELANGE).

Los sistemas de agua que utilizan las cloraminas a veces pueden revertir a la desinfección con cloro durante los períodos en su suministro de agua tiene bajo contenido orgánico (típicamente primavera o invierno). Cloro

es más eficaz en matar

microorganismos y es menos costosa que la cloramina. El cambio desinfectante de vez en cuando ayuda a mantener las condiciones sanitarias en el sistema de distribución. Los usuarios del agua pueden notar más aroma a cloro del agua cuando se lleva a cabo este cambio.

La eliminación de cloro Degradación-UV

Una tecnología relativamente nueva para la dechloración es

luz ultravioleta fotólisis, en el que los fotones de alta energía romper los enlaces moleculares. luz UV rompe las moléculas de cloro y cloramina en iones de componentes, produciendo cloruro, amoníaco, y agua. degradación de cloro se optimiza a 180-200 nanómetros (nm) y las cloraminas se optimizan a través de 245 a 365 nm longitud de onda. La dosis típica recomendada en la literatura es de aproximadamente 20X la **dosis de desinfección, es decir, aproximadamente 600 milijulios (mJ) / cm²**, el espectro centrado a 245 nm de longitud de onda para la descomposición combinado.

UV también tiene el beneficio añadido de matar a 99,99% de las bacterias y virus a este nivel, y la ruptura completa de carbono orgánico total (TOC), típicamente moléculas no polares, en especies polares o cargados que son más susceptibles a la eliminación de intercambio iónico. En otras palabras, un tratamiento déchloration UV también ayudará a evitar el ensuciamiento de los procesos aguas abajo, tales como el intercambio iónico y revertir tratamientos de ósmosis.

El coste de la energía puede ser alto, pero hay beneficios correspondientes en menor mantenimiento y los costos de reemplazo para el intercambio de iones y la membrana

medios tecnológicos.



Figura 31-El sistema de la degradación UV a Sierra Nevada Brewing Co.
Esta unidad se coloca antes activado granular

La eliminación del carbono orgánico Contaminants-Activado

carbón activado granular (GAC) es el método más común para eliminar el cloro y más orgánica

contaminantes, incluyendo los subproductos de desinfección. GAC difiere de carbón activado en polvo (PAC) por tamaño de partícula-GAC siendo típicamente 1.2-1.6mm de diámetro, frente a menos del diámetro 0,1 mm para PAC. Filtración de carbono funciona tomando una fuente de carbono (típicamente de madera, cáscara de coco, cáscaras de nueces, carbón, etc.) y "activar" su sustrato por cualquiera de calor (pirólisis) o una combinación de sustancias químicas (oxidación) y el calor. El proceso de pirólisis forma un alto contenido de carbono 'Char'. El proceso de oxidación se quema selectivamente porciones de la matriz de carbono, dejando detrás de un casquillo de carbono puro que es muy poroso, dándole un área de superficie muy grande. Subsecuente

el tratamiento puede incluir

la impregnación con productos químicos tales como ácido fosfórico, hidróxido de potasio, cloruro de cinc, etc., para mejorar las propiedades de adsorción para contaminantes específicos. Filtración de carbón activado no es en realidad un proceso de filtración, pero es

un proceso de adsorción que hace que las moléculas se adhieren a la matriz de carbono. La gran área de superficie interna adsorbe una variedad de compuestos orgánicos volátiles del líquido. GAC eliminará muchos productos químicos que causan offodors y sabor en el agua. GAC también sirve como un medio de comunicación catalítica que oxida las moléculas complejas, tales como hipoclorito y cloraminas.

filtración de carbón activado granular (GAC) se utiliza en la mayoría de las fábricas de cerveza para tratar el suministro de agua entrante. Se elimina el cloro libre con relativa rapidez y cloraminas de manera relativamente lenta. Cuando se conoce un suministro de agua para contener las cloraminas que es importante tener tiempo de permanencia adecuado dentro de los medios de comunicación de carbono. El uso de grandes filtros o poner varios filtros en paralelo trabajará para aumentar el tiempo de contacto con los medios de carbono. Aumentando el tiempo de contacto con los medios de carbono mejora la eliminación de contaminantes y mejora la utilización general de los medios de comunicación de carbono. Sin embargo, con filtros en paralelo, cualquier filtro único que se satura y fugas (avance) proporciona una trayectoria para los contaminantes de eludir el sistema de filtro.

La eliminación o la oxidación de los contaminantes dentro de una

GAC lecho del medio tiende a ocurrir en una zona limitada. Como se reduce la velocidad de flujo, que se estrecha zona de tratamiento y la utilización de los medios aumenta GAC. Si el caudal es alto, la zona de tratamiento puede 'smear' a través de toda la profundidad de los medios de comunicación GAC, lo que resultará en avance prematuro de los contaminantes. Baja velocidad a través de los medios de comunicación es fundamental para mejorar la eliminación de contaminantes y extender la vida útil del filtro.

El dimensionamiento de unidades de filtro GAC se basa en el volumen interior de la carcasa de sujeción de filtro de los medios GAC. Cama vacía tiempo de contacto (EBCT) es el parámetro de diseño principal de los sistemas de carbón activado. EBCT se calcula dividiendo el volumen total de la vasija de mantenimiento los medios de comunicación de carbono por la tasa de flujo de líquido. Esta metodología simplifica el análisis mediante la eliminación de la porosidad de los medios de comunicación de carbono del análisis. En la industria de elaboración de la cerveza, la EBCT para la eliminación de cloro debe ser de al menos 2 minutos. La EBCT para la eliminación de cloramina debe ser de al menos 8 minutos con los medios típicos GAC. Por lo general se puede reducir a aproximadamente 6 minutos, cuando se utilizan medios de comunicación especialmente tratadas para la destrucción de cloramina. Una comparación

para estos EBCT recomendaciones de diseño se pueden hacer con la industria de la diálisis renal, que tiene requisitos más críticos para la eliminación de cloramina; ese industria recomienda un EBCT 10 minutos. su EBCT recomendación presupone conservadora medios típicos GAC.

GAC medios es evaluado por varios parámetros, cada uno siendo una medida diferente de la capacidad de los medios para adsorber una sustancia. El parámetro más básico es el índice de yodo, que es una medida del contenido de microporos del carbono activado (0-20 Angstrom (Å), o hasta 2 nm) por adsorción de yodo de la solución. Se define como miligramos de yodo adsorbido por un gramo de carbono cuando la concentración de yodo en el filtrado residual es

0,02 N. Se trata de un indicador de útil de capacidad de los medios para adsorber las sustancias de bajo peso molecular, como los trihalometanos (THM). El índice de yodo para los medios de carbono utilizado en la fábrica de cerveza debe ser de al menos 850 mg / g para el carbono fresco, y preferiblemente mayor que 1.000 mg / g.

El número melaza es un parámetro útil para medir la adsorción de peso molecular más alto

sustancias. Los sistemas GAC se pueden dimensionar para casi cualquier necesidad, y unidades de origen son comunes. Los cartuchos GAC 10 pulgadas para filtros debajo del fregadero contienen típicamente de aproximadamente 30-32 pulgadas cúbicas de medios de comunicación AC. Usando la guía EBCT anteriormente, la tasa de flujo a través de este filtro de CA debe limitarse a aproximadamente 0,065 galones / minuto para la eliminación de cloro y aproximadamente 0,016 galones / minuto para la eliminación de cloraminas. Sin embargo, EBCTs mucho más cortos para la eliminación de cloro se han demostrado adecuados en la práctica. Una velocidad de flujo / minuto un galón a través de un filtro de CA 10 pulgadas puede proporcionar una adecuada capacidad de eliminación y de la vida del filtro.

Los problemas más comunes con los filtros GAC son microbiana

la contaminación y avance contaminante debido a la falta de mantenimiento. filtros de carbono son un hogar perfecto para las bacterias y otros microorganismos después de que el cloro / cloraminas se ha eliminado. Otros contaminantes orgánicos que son atrapadas por los filtros pueden proporcionar un suministro de alimentos conveniente. filtros GAC necesitan regular de vapor o sustancias químicas lavado a contracorriente para limpiar y refrescar los medios de comunicación, y matar cualquier microorganismo presente.

Se puede medir fácilmente los niveles de cloro utilizando cualquiera de varios kits de prueba sencillos vendidos por tiendas de hobby de acuarios o fabricantes de equipos de análisis de agua (Hach, LaMotte). Tenga en cuenta que 'cloro libre' kits de prueba sólo miden ion hipoclorito y no cloraminas. Si se utilizan las cloraminas en el suministro de agua, se requiere un kit 'total de cloro' test. La medición de otros contaminantes, tales como los trihalometanos, requiere el uso de un cromatógrafo de gases o espectrofotómetro. Si se detecta cualquier residual, el carbono debe ser reemplazado. A gran escala botes GAC incluyen puertos de muestreo a varias profundidades dentro del lecho de carbono para el propósito de medir el progreso de consumo GAC dentro del bote. Todas las GAC

finalmente necesita ser reemplazado, incluso con un mantenimiento regular.

Extracción de gases disueltos-desaireación

El oxígeno es la pesadilla de los cerveceros y elaboración de la cerveza, con la única excepción de la utilización por la levadura para la síntesis de esterol. No es de extrañar que sustituye como el aceite de oliva se han probado en el esfuerzo para sacarlo de la fábrica de cerveza en su totalidad. métodos de reducción de oxígeno Numerosos se han probado y muchos están en uso regular para limitar el efecto del oxígeno en cada etapa del proceso de elaboración de la cerveza. Por desgracia, incluso 1 ppm en el producto final es un gran problema. niveles aceptables industria de corriente máxima de oxígeno en la cerveza terminada son siempre menos de 0,05 ppm, por lo general menos de 0,03 ppm, y la meta para muchos cerveceros es inferior a 0,01 ppm. Generar y mantener dichos niveles en el agua / cerveza durante cualquier operación de transferencia y envasado requiere muy bajo de oxígeno, para empezar.

¿Cómo llegamos allí?

La desaireación es limitado y / o controlado por la ley de Dalton y tanto la ley de Henry. la ley de Henry establece que la solubilidad de un gas es directamente proporcional a la presión parcial del gas por encima del líquido. dice la ley de Dalton

que la presión total de una mezcla gaseosa es igual a la suma de las presiones parciales de los gases componentes. Para desairear el agua, las relaciones de las presiones parciales deben ser desplazados de manera que la presión parcial de oxígeno es tan pequeño como sea posible. Esto se puede lograr mediante el aumento de la presión parcial de otro gas componente para compensar que, al aumentar la presión de vapor del agua, o mediante la reducción de la presión total del sistema.



La tecnología original desaireación al vacío funciona rociando el agua en una niebla en una cámara parcialmente evacuada. El área de superficie alta de la niebla permite que el oxígeno y otros gases que se pueden extraer más fácilmente fuera de la solución en el vacío parcial y se retira. Este método tiene la opción de utilizar un gas de arrastre como CO₂. Esta tecnología típicamente alcanza desde 0,07 hasta 0,1 ppm contenido de oxígeno y es adecuada para calderas.

La tecnología de membrana también se puede utilizar para eliminar el oxígeno y otros gases. Las membranas son típicamente fibras huecas conectadas a una cámara de baja presión para extraer los gases medida que se difunden a través de las membranas. Estos sistemas típicamente pueden reducir el oxígeno residual a 0,02 ppm, pero tienen algunos inconvenientes. Las fibras son relativamente caros y difíciles de mantener.

La tecnología actual de elección en la industria cervecera es un sistema de columna de desaireación, en el que altas columnas empaquetadas con un medio de comunicación propietaria asegurar el contacto de alta área superficial entre el agua y el despojo

gas (dióxido de carbono o nitrógeno). El agua se escurre hacia abajo a través de la columna mientras que el gas de arrastre se eleva a la parte superior. La mayor parte del gas de arrastre se disuelve en el agua, y el resto (incluyendo oxígeno fregado) se ventila. sistemas Coldcolumn en la que el agua no se calienta puede alcanzar típicamente menos de 0,03 ppm de oxígeno residual. Para entonces calentar el agua por debajo del punto de ebullición usando intercambiadores de calor, este nivel puede reducirse aún más. Estos sistemas hotcolumn pueden lograr oxígeno residual por debajo de 0,01 ppm (menos de 10 partes por mil millones). Otras ventajas de los sistemas de columna son bajo consumo de energía, altas velocidades de flujo, y bajo mantenimiento. Las unidades pueden ser de un tamaño para entregar 5.000 80.000 litros por hora (40-680 barriles por hora).

Resumen

En este capítulo hemos visto en la mayoría de las tecnologías actualmente prácticas para la eliminación de sólidos, líquidos y gases procedentes de la fuente de agua con el fin de prepararlo para su uso en la fábrica de cerveza. Estos procesos se suelen combinar de alguna manera para que el tratamiento sea más eficaz y eficiente. Por ejemplo, los cartuchos de filtro de carbono con resina SAC para reducir la dureza y los metales pesados, intercambio iónico precedente

ósmosis inversa para mejorar la vida de servicio de la membrana, o
declaración UV seguido de GAC para adsorber cualquier residuo. Hay muchas
maneras de combinar estas tecnologías a funcionar mejor para usted. En el
siguiente capítulo, vamos a discutir los requisitos para los diferentes usos del
agua de servicio en la fábrica de cerveza, y el uso del material presentado en
este capítulo será evidente.

Proceso de cervecería

aguas

Para muchos fabricantes de cerveza, el licor de elaboración de la cerveza es la única agua que necesita atención. Sin embargo, hay muchas tareas que desempeña el agua en la fábrica de cerveza y hay otras razones para tratar el agua. Es importante tener la capacidad de una forma mínimamente agua de proceso para cada tarea que se requiere para llevar a cabo. Trabajar mejor, no más, como dicen.

Todo el agua que entra en la fábrica de cerveza debe cumplir alguna norma de referencia para la calidad del agua de potabilidad. No es realista confiar en el proveedor de agua para proporcionar agua que es perfectamente adecuado para la elaboración de la cerveza. Sin embargo, también es realista planificar el uso de licor de infusión para cada uso del agua fábrica de cerveza. Ya que hemos discutido agua para la producción de mosto ampliamente en los capítulos anteriores, este capítulo se centrará en los otros usos de la cervecería; dónde

factores como los costes de formación y químicas escala son más importantes.

Lo hemos dicho en este libro en otro lugar, pero una de las piezas más comunes de los consejos de los fabricantes de cerveza pro, grandes y pequeñas, es del gusto de su agua todos los días. Este paso básico puede alertar a la cerveza a los cambios en los cambios en agua que pueden afectar el sabor de la cerveza, sino también los cambios que pueden afectar el agua de proceso cervecería. cervecerías exitosas como Sierra Nevada Brewing Co., de Chico, California ponen a prueba su agua en varios puntos del proceso. Ellos olfato y gusto la fuente de agua, huelen y sabor después de decloración, y después de la filtración GAC. No pase por esta sencilla prueba se puede ahorrar una gran cantidad de remediación.

Brewing agua

Generalmente, la primera etapa de tratamiento para la infusión de agua consiste en desglose de cloro / cloraminas, a menudo por filtración el carbón activado o la adición de metabisulfito. Sin embargo, esto elimina los restos de desinfectante del agua, y que puede conducir a otros problemas, sobre todo si hay un restaurante al lado de la fábrica de cerveza. UV

desinfección por delante de un filtro de carbón puede servir a dos propósitos: 1) que sea muy desinfecta el agua y ayuda a prevenir la contaminación bacteriana del filtro de carbón, y 2) se descompone orgánicos como cloramina delante del filtro de carbono, la reducción de la carga de adsorción y la reducción de la riesgo de fuga de contaminantes.

El agua para uso doméstico, tales como cocinar, lavabos, etc., no debe tener el desinfectante residual eliminado, y este uso del agua debe ser separado de la alimentación principal antes del tratamiento cervecería. Ver [Figura 33](#) para un ejemplo de distribución de agua y el tratamiento en la fábrica de cerveza. El orden del tratamiento debe ser adaptable a los cambios en las necesidades, pero los cerveceros deben tener cuidado con la creación de divisiones y las piernas en la corriente de flujo por delante de las necesidades reales, debido a que estos puntos muertos pueden proporcionar un refugio para el crecimiento bacteriano.

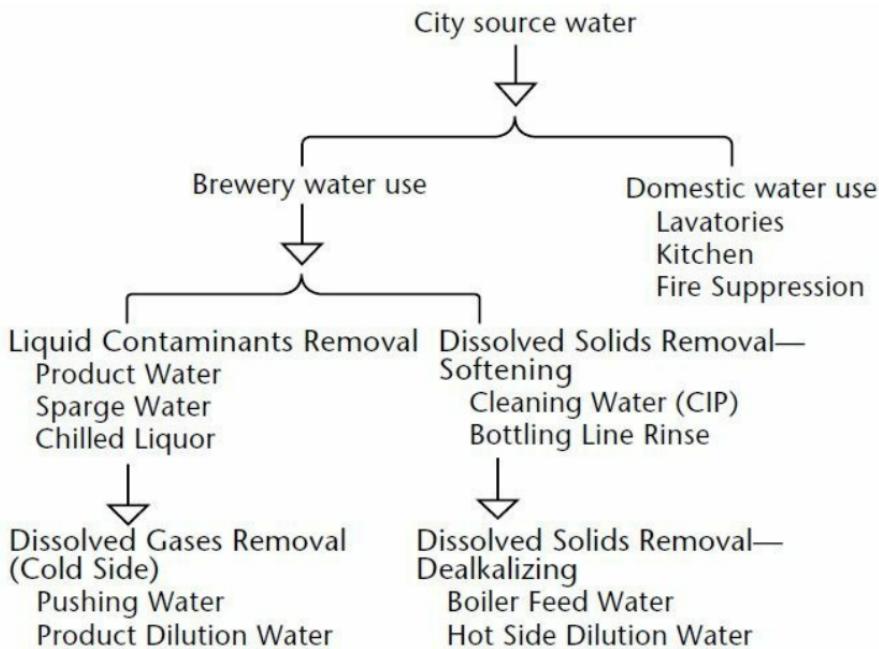


Figura 33: un ejemplo de distribución de agua y el tratamiento en la fábrica de cerveza. medidas de tratamiento del agua no deben desperdiciarse agua que no lo necesita, pero se deben usar donde tiene sentido económico.

Limpieza y aclarado con agua

La mayoría del agua fábrica de cerveza se utiliza para la limpieza. Una fábrica de cerveza ultra-moderno puede utilizar solamente 1 barril de agua de limpieza para hacer 1 barril de cerveza, pero mayores, cervecerías menos eficientes puede utilizar 3-8 barriles para la limpieza de por barril de cerveza producida. En la actualidad, un buen uso total de agua por barril de la producción de cerveza es de aproximadamente 4,5-5 barriles en promedio. este uso

típicamente romper a unos 2-3 barriles de aguas residuales, 1 barril perdió a grano agotado, levadura, evaporación, etc., y 1 barril al producto. la producción cervecería más alta en realidad ayuda a mejorar el uso del agua debido a las economías de escala. Los más grandes fábricas de cerveza en los Estados Unidos han establecido un objetivo de uso total de alrededor de 3,5 barriles por barril de la producción de cerveza. Sin embargo, puede ser difícil de reducir el uso de al menos de 4,5 barriles por barril de la producción de cerveza si la fábrica de cerveza está produciendo menos de 10.000 barriles al año.

agua de limpieza debe tener niveles bajos de calcio y la dureza de magnesio (<50 ppm totales dureza recomendado) para hacer el uso más eficiente de los detergentes y productos cáusticos. En condiciones de agua dura, una parte de los productos químicos de limpieza será ligada (esencialmente neutralizado) por el calcio y magnesio en el agua, por lo que se necesitan más productos químicos para cualquier tarea dada. El ablandamiento del agua reduce este problema y por lo tanto puede ahorrar dinero. Además, cuando se utiliza más limpia, se necesita más agua para enjuagar la basura.

El agua ablandada tanto, es bueno para la limpieza, y se

dejará menos incrustaciones de carbonato de atrás mientras se seca. El agua ablandada también es bueno para rinsing- pero el problema es que muchos emulsionantes, dispersantes, y agentes tensioactivos utilizar de sodio o de potasio en su química. Estos iones son altamente solubles en agua y ayuda en la disolución de la aspiradora. El aclarado es más difícil con una solución que ya contiene una concentración relativamente alta del soluto. (Al igual que el burbujeo con mosto es menos eficaz para la extracción de burbujeo con agua.) Por lo tanto, mientras que el agua ablandada es generalmente menos efectivos para remover que no ablandada, todavía hay un ahorro neto en el uso de agua ablandada para el aclarado debido al uso de productos químicos de limpieza reducida . Incluso ablandamiento parcial del agua moderadamente dura todavía puede reducir el uso cáustica significativamente. Una fábrica de cerveza con 75 ppm de dureza total fue capaz de reducir su uso cáustica clorado en un 50% después de instalar un ablandador. El ablandamiento del agua de limpieza se amortiza rápidamente en costos de productos químicos almacenados y ahorro de trabajo, incluso en una pequeña fábrica de cerveza.

Notas de limpieza y enjuague de agua

- Limpieza y enjuague suele ser el más grande del uso del agua

en la fábrica de cerveza: 3-8 volúmenes por volumen (v / v) de cerveza.

- Se recomienda agua ablandada para la limpieza y el enjuague (<50 ppm de dureza es el mejor).
 - El agua ablandada puede reducir coste de limpieza química y su uso.
-

silicatos

Un problema que puede ser un gran dolor de cabeza para los cerveceros es silicatos. Sílice (SiO_2) está presente en la mayoría de los suministros de agua en el intervalo de 1-100 ppm, pero no lo hace

responder a la mayoría de los tratamientos suavizantes / dealkalizing. La sílice puede polimerizar a la sílice coloidal insoluble o gel de sílice. Sílice se vuelve más soluble al aumentar el pH, disociándose en SiO_3^{2-} .

Desafortunadamente silicato de magnesio se hace menos soluble a pH más alto (> 8,5) y es muy difícil de eliminar sin acción mecánica. Si el agua se ablanda, y un blanco formas de turbidez en las superficies del tanque tras el secado, puede ser de sodio o silicato de potasio.

Estas sales son menos solubles en soluciones ácidas, y se pueden limpiar mejor por cáustica seguido de un enjuague con agua de gran pureza.

El agua que es alta en sílice ($> 25 \text{ ppm}$) no debe utilizarse para agua de alimentación de caldera debido al alto potencial para el escalado.

licor refrigerado

El agua utilizada para la refrigeración en los intercambiadores de calor y fermentadores se refiere a menudo como licor frío. Puede ser agua de producto de infusión que está siendo calentado para el siguiente lote, o se puede parte de un sistema de circuito cerrado que utiliza propilenglicol. Es una práctica común utilizar el licor de infusión como el licor enfriado en el intercambiador de calor para enfriamiento del mosto y de ese modo calentar para el siguiente lote. Esto puede ser un gran ahorro en los costos de energía. Si el agua del grifo no es lo suficientemente fría como para tomar el mosto

temperatura al cabeceo

temperatura, una segunda etapa de enfriamiento puede ser necesario el uso de glicol.

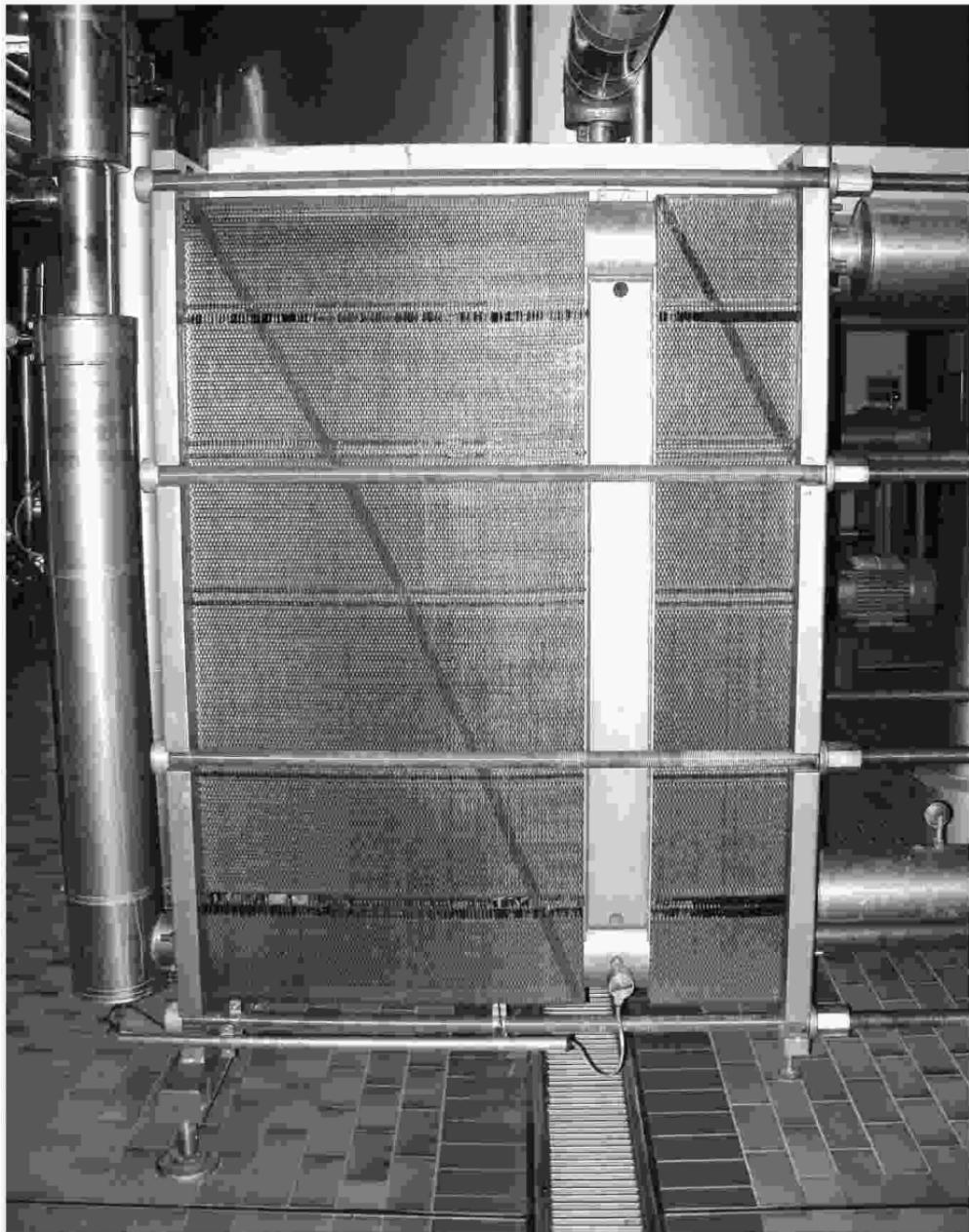


Figura 34-El intercambiador de calor principal en New Belgium Brewing Co., Fort Collins, CO.

El lado frío del intercambiador no es tan susceptible a incrustaciones de carbonato debido a adiciones de sal más calcio se hacen típicamente más tarde en el puré o hervidor de agua. Además, el agua todavía contiene dióxido de carbono disuelto; así carbonatos disueltos son más estables. Esta agua de infusión es típicamente filtrada y sin cloro, pero no se trata de otra manera.

Fermentadores y tanques brillantes tienen típicamente chaquetas de glicol para enfriar debido a que estos proporcionan un mejor control sobre la temperatura que los métodos puros de refrigeración por agua. Soluciones de propilenglicol tienen menores puntos de congelación que el agua y por lo tanto son menos propensos a congelar en las líneas y apagar el sistema de refrigeración. Fabricantes de glicol recomiendan que el agua destilada se utilice para crear la solución, pero no es una práctica común entre los fabricantes de cerveza para hacerlo. La mayoría de las fábricas de cerveza sólo tiene que utilizar agua de la ciudad para la dilución, aunque no se recomiendan fuentes de agua con alta dureza. Fabricantes de sistemas de enfriamiento Glycol recomiendan que el contenido de glicol de propileno sea de al menos 30% (en volumen) de modo que el punto de congelación es de 20-25 ° F

(11-13 ° C) por debajo del ajuste del termostato más bajo en uso en la fábrica de cerveza-este es el margen típico para evitar la congelación del refrigerante en el sistema. Ver la barra lateral propilenglicol para más información.

Se necesitan desinfectantes residuales y biocidas en sistemas de enfriamiento al aire libre, tales como torres de refrigeración, para evitar el crecimiento de microorganismos. También se recomiendan biocidas para sistemas de glicol de bucle cerrado porque glicol puede ser una fuente de alimento para algunas bacterias. El ácido peracético ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$) es una elección común biocida porque es eficaz a temperaturas muy frías. Sin embargo, es un oxidante fuerte, es altamente corrosivo y puede ser peligroso cuando se inhala. Se debe tener cuidado al manipular y usando ácido peracético.

Notas refrigerados Licor

- licor Brewing se utiliza a menudo en intercambiadores de calor primeros etapa de eliminar y recuperar el contenido de calor del mosto hervido, efectivamente pre-calentar el licor de infusión para el siguiente lote. Un segundo intercambiador de calor de glicol enfriado etapa se utiliza a menudo para enfriar más el mosto a lanzar temperatura.

- se añadió propileno glicol para disminuir el punto de congelación del agua. Treinta a 35% (en volumen) es la concentración de glicol típico usado en los sistemas de enfriamiento de glicol. Baja dureza y el hierro contenido para los sistemas de glicol es deseable, pero no es necesario.
 - Se recomiendan los desinfectantes residuales o biocidas para sistemas de glicol.
-

Propiedades de glicol de propileno

Propilenglicol es en general la FDA

Reconocida como lista segura y al mismo tiempo se hace todo lo posible para no contaminar la cerveza con él, es seguro para ingerir en caso de una fuga. Es muy eficaz en la reducción del punto de congelación del agua, sino que también reduce el calor específico, es decir, la potencia de enfriamiento de la solución. Por lo tanto,

el glicol de propileno

concentración debe ser sólo lo suficientemente alto como para evitar la congelación en el (más factor de seguridad) sistema destinado mínimo temperatura de funcionamiento. Su concentración se puede medir fácilmente con una elaboración de la cerveza

refractómetro o hidrómetro. Es bastante caro, por lo que debe hacerse todo lo posible para evitar fugas en el sistema.

Propiedades de la solución de glicol de propileno

Volumen %	Punto de congelación ° F (° C)	Refractómetro de lectura (Brix) @ 68 ° F (20 ° C)	Gravedad específica * @ 70 ° F	BTU Calor específico / (lb- @ 70 ° F)
10	26 (-3,3)	8.5	1.006	0,986
20	18 (-7,8)	dieciséis	1.015	0,968
30	8 (-13,3)	22.5	1,024	0,939
32	6.6 (- 14.1)	24	1,025	0,932
34	3.9 (- 15.6)	25.5	1.026	0,924
36	0.8 (- 17.3)	26.5	1.028	0,917
38	-2.4 (- 19.1)	28	1.030	0,908
40	-6 (-21,1)	29	1,031	0,900

* Generalmente no se recomienda Peso específico porque aumenta la densidad, y luego disminuye con el aumento de porcentaje de glicol en solución (> 60%). soluciones de glicol no siguen la misma relación para la refracción frente a la gravedad como el azúcar

Caldera y alimentación de la caldera

El vapor se utiliza comúnmente para el calentamiento de la cuba de puré y hervidor de agua, y para desinfectar intercambiadores de calor. Sistemas de calderas de vapor y requieren agua con bajo contenido de sólidos disueltos totales (TDS) debido a que los sólidos se acumulan como escala que puede aislar y enchufe el sistema. agua de la caldera se refiere al agua en el depósito de la caldera, donde los sólidos se acumulan. El agua de alimentación es el agua de relleno que se añade a la caldera de vapor que se pierde en el sistema con el tiempo. TDS a través de la conductividad del agua es la mejor manera de controlar la calidad del agua de la caldera. agua de la caldera que exceda la pauta general de la industria de 1000 ppm TDS se retira de la caldera durante la purga / mantenimiento. El bajo contenido de sílice es un criterio especialmente importante debido a que forma una escala muy tenaz a mayor concentración.



La figura 35-la caldera a Hereje Brewing Co., Fairfield, CA.

la composición del agua de la caldera adecuada puede prolongar la vida útil de un sistema de vapor de manera significativa. ambiente interno de la caldera puede ser altamente corrosivo, para que el agua composición y el tratamiento son muy importantes. Siempre que el agua se pierde desde el sistema, ya sea por fugas o durante el proceso de purga normal, para eliminar los sólidos acumulados, se debe añadir más agua. El agua de alimentación debe

ser baja en TDS (baja dureza y carbonatos), y tienen niveles muy bajos de oxígeno y dióxido de carbono. RO o el agua destilada se utiliza comúnmente para hacer agua de alimentación de calderas. Condensado de la caldera también puede ser utilizada como agua de alimentación si es lo suficientemente puro.

Los minerales en agua de la caldera son responsables de la escala, y los gases disueltos en el agua hará que la corrosión de los componentes de las tuberías de vapor y calderas. Carbonatos en el agua se descompondrán en dióxido de carbono a alta temperatura y presión, de acuerdo con la reacción:



Se disuelve el dióxido de carbono en el vapor y condensado para formar ácido carbónico. Aunque el ácido carbónico es débil, es lo suficientemente fuerte en el entorno condensado dejar caer el pH por debajo de 5. causas ácido carbónico picaduras en aceros mediante la formación de bicarbonato ferroso, que es bastante soluble. Una vez que se ha formado un pozo, es el lugar más probable para una mayor corrosión a ocurrir y que es una fuente de hierro libre para difundir la corrosión en todo el sistema de vapor.

la corrosión de oxígeno se produce de una manera similar,

la formación de hidróxido férrico y causando pits. La combinación de oxígeno y dióxido de carbono parece aumentar la corrosión hasta un 40% más que cualquiera gas haría solo. Superior pH de agua / condensado (> 7) disminuye la velocidad de corrosión algo.

Los iones cloruro son corrosivos para todos los aceros, pero el cloro (Cl_2) es la forma más estable a pH 10 o superior. El Consejo Nacional de Inspectores de Calderas y la presión del recipiente (NBBI) recomienda que el agua de la caldera debe mantenerse a 11 pH, y que el condensado debe mantenerse entre 7.5 hasta 8.5 pH para evitar mejor los problemas de corrosión.

aditivos recomendados son cáustica para el control de pH, fosfatos para el control de escala, y bisulfito de sodio para el control de oxígeno. Otro tratamiento común es la adición de aminas de rodaje (por ejemplo, octadecilamina). Estos aminoácidos de cadena larga se añaden al agua de la caldera. Cuando se calienta, se evaporan y recubrir las superficies del sistema de vapor con un revestimiento a prueba de agua, la protección del acero de la corrosión. Los requisitos son muy específicos de la caldera en función de las variables de tamaño, presión, y del sistema. cervecerías debe

en contacto con un especialista en la caldera para obtener información más detallada.

fragilización cáustica es otro problema potencial para calderas y se produce cuando la concentración local de sosa cáustica (es decir, hidróxido) es mayor que el diez por ciento, como en las grietas de remaches o accesorios. Este tipo de fragilización es muy similar al agrietamiento por tensión de corrosión, donde las grietas se propagan debido

a relativamente baja

combinaciones de estrés y un agente corrosivo. metabisulfito de sodio y aditivos de fosfato pueden usarse para mitigar la fragilización cáustica.

Los problemas causados por el tratamiento deficiente del agua de la caldera

- La ampliación y la acumulación de sólidos disminuye la eficiencia.
- El exceso de los gases, carbonatos y sosa cáustica pueden causar corrosión.
- El pH de agua de la caldera debe mantenerse a 11 para minimizar el riesgo de corrosión.

Requisitos caldera de agua

- agua de la caldera debe hacerse a partir ablandada y

agua desalcalinizado, o de RO o agua destilada. Sugerido límites

- superiores para el agua de la caldera de Brewer práctica del MBAA

(3^a ed.):

3.500 ppm TDS

1000 ppm de dureza 700

ppm de alcalinidad

300 ppm de sólidos suspendidos 125

ppm de sílice

Aditivos caldera de agua

- Los agentes quelantes (es decir, EDTA) para los fosfatos de eliminación
- de calcio para eliminadores de oxígeno de eliminación de calcio (es decir, bisulfito de sodio) aminas de rodaje para prevenir la corrosión
-
- acondicionadores de lodos a precipitar carbonatos a ser eliminados por la purga

Requisitos de alimentación de la caldera

- carbonatos bajo (menos de 50 ppm como CaCO₃)
- cloruro de Low (Cl⁻) se requiere (menos de 50 ppm) de desaireación
- (O₂ debe ser inferior a 20 ppb).

- Concentración de sílice debe ser muy baja (25 ppm max).
- Consultores a menudo se utilizan para configurar y comprobar el agua de la caldera.

embalaje

El agua ablandada se utiliza en muchos lugares en operaciones de envasado. se prefiere el agua ablandada ya que enjuaga de forma limpia y deja poco residuo. Para la limpieza general en torno a una línea de embotellado, agua ablandada con una desinfección chlorineresidual es adecuada. Cervecerías con agua naturalmente suave a menudo utilizan el agua como está. Prácticas para la botella de lavado varían; a veces el agua de enjuague se ablanda solamente, y a veces se filtra-GAC con la adición de un no-enjuague desinfectante tal como dióxido de cloro u ozono. La misma agua se puede utilizar para fobbing la cerveza (es decir, a la tapa en la espuma), aunque algunos cerveceros prefieren RO y / o agua desaireada para este contacto final para minimizar el potencial de absorción de oxígeno durante el envasado.



Figura 36-Una de las líneas de embotellado en Sierra Nevada Brewing Co., Chico, CA.

Escalamiento y la corrosión son consideraciones principales para una línea pasteurizador. El agua utilizada en los pasteurizadores se ablanda y con frecuencia incluye inhibidores de la corrosión similares a los tratamientos de agua / de agua de alimentación de caldera.

El lavado y embalaje operaciones de barrilete puede ser una

poco diferente de embotellado. Barriletes tienen una mayor posibilidad de hacerse con incrustaciones de carbonato y beerstone, por lo que se suavizó o incluso el uso de agua desalinizada es más común. barriles de acero inoxidable pueden ser desinfectados vapor, pero sin aclarado desinfectantes son comunes también.

Embalaje Notas de agua

- El agua ablandada Se recomienda un mínimo tratamiento para la limpieza general.
 - GAC o filtración RO se recomienda para el lavado y engaños acerca del agua.
 - agua desaireada ofrece una mejor protección para reducir la absorción de oxígeno durante el envasado.

empujar Producto

Una gran cantidad de cerveza se puede perder en la tubería de transferencia, mangueras o WIP (mosto en curso). El uso de agua para empujar el producto a través de líneas largas puede proporcionar un ahorro significativo en una gran fábrica de cerveza. Con buen flujo o control de volumen, muy poco mosto se desperdicia cuando se transfiere al fermentador mosto o al empujar cerveza terminada a un tanque brillante o la línea de embotellado.

Se requiere, agua sin cloro estéril para empujar la hierba. La desaireación no es necesaria para la transferencia del mosto, porque la levadura consumirá cualquier cantidad de oxígeno añadido durante la fermentación. agua desaireada es muy recomendable para empujar la cerveza sin embargo, y lo ideal, esto sería la misma agua utilizada para la dilución posterior a la fermentación. Sin embargo, ya que la interfaz entre la cerveza y el agua es pequeño y el tiempo de contacto es corto, muchos cerveceros simplemente detener la transferencia de la hierba un poco temprano y tener en cuenta la pequeña cantidad de producto perdida para ser insignificante para la ganancia total.

Empujar Notas del producto Agua

- Estéril, agua sin cloro es mejor para empujar la hierba. Estéril, agua desaireada (<15 ppb) es mejor para empujar cerveza.
- Sin embargo, con control de volumen de flujo preciso /, requisitos menos rigurosos son aceptables debido a que el pequeño volumen de interfaz de mosto / cerveza puede ser desechada.

El agua de dilución

Es una práctica común para elaborar cerveza a un par de puntos más altos

que el peso objetivo y diluir un poco al final de ebullición, para dar en el blanco. En algunos casos, los fabricantes de cerveza hierven a 30% o más por encima de la gravedad de destino, que se conoce como highgravity y elaboración de la cerveza ultra-highgravity. Esta práctica garantiza una gravedad de partida consistente, que es esencial para la creación de un producto consistente. Es importante que esta agua de dilución prefermentación tienen la misma o mayor contenido de calcio que el licor de infusión a promover la precipitación de oxalato de calcio antes de que llegue a los envases. mayor contenido de calcio promueve la precipitación de oxalato de calcio más temprano en el proceso de elaboración de la cerveza. Generalmente, la concentración de calcio en el agua de infusión debe ser de al menos tres veces la concentración de oxalato que aparece en el análisis de malta. Si el oxalato de calcio precipita en la botella, puede causar que brota, donde toda la botella se vuelve a formar espuma durante la apertura. En el envejecimiento y los tanques brillantes de oxalato de calcio (piedra de cerveza) hace que la mano de obra y los gastos adicionales en los ciclos de limpieza.

Hay dos métodos de elaboración de la cerveza de alta gravedad: la primera diluye el mosto antes de la fermentación, y la segunda diluye el cerveza después de la fermentación. Pre-fermentación

dilución es la más utilizada para las cervezas de baja gravedad cuando la capacidad de fermentación excede la capacidad de ebullición. Es más simple que la dilución posterior a la fermentación, ya no es necesaria la desaireación. agua prefermentación debe ser esterilizado, y los métodos más comunes son la filtración estéril, la esterilización UV y esterilización por calor.

Eso está fuertemente recomienda que este porcentaje de dilución no exceda del 30%.

agua de dilución Post-fermentación tiene los requerimientos más estrictos de cualquier agua utilizada en la fábrica de cerveza. Debe ser estéril, al igual que el agua prefermentativa, sino que también se debe purgar a prevenir el endurecimiento de la cerveza. Diferentes métodos de desaireación tienen diferentes capacidades- hervir el agua a la presión atmosférica normal sólo reduce el nivel de oxígeno disuelto a aproximadamente 4 partes por *millón*. Este nivel de oxígeno en el embalaje puede haber sido aceptable hace 50 años, pero no es aceptable en la actualidad.

La corriente guía de la industria para el máximo nivel de oxígeno aceptable en la cerveza envasada es menor que 50 partes por *mil millones*. Los niveles son típicamente menos de 30 ppb, y la meta para muchas fábricas de cerveza es de menos de 10 ppb. Si el

producto es carbonatada, a continuación, el agua de dilución debe ser carbonatada también. Afortunadamente, desaireadores-columna caliente utilizan dióxido de carbono como gas de arrastre; así residual CO₂ no es un problema allí. dilución posterior a la fermentación se realiza generalmente en la forma de la línea de embotellado y puede resultar en grandes ahorros en equipos de almacenamiento y los costes de refrigeración. Es muy importante que el agua post-fermentación tiene una concentración de calcio más bajo que el de la cerveza con el fin de evitar la precipitación de oxalato y brota en la botella. El nivel de calcio en la cerveza puede ser un tercio del nivel de calcio original en el agua de infusión, lo que es importante para asegurarse de que el margen para evitar la precipitación.

consideraciones agua de dilución

- El contenido de calcio debe ser ajustado como sea necesario para evitar la precipitación de oxalato en el paquete. Es necesario esterilizar.
-
- filtración de carbono para eliminar todos los olores orgánicos y cloro residual es común. El menos oxígeno disuelto, mejor.
-
- El agua de dilución puede ser carbonatada si la dilución inline en embalaje.

Resumen

En este capítulo se pretende dar una visión general de las formas adicionales de agua se utiliza en una fábrica de cerveza. Hay muchas maneras de diseñar la calidad del agua en las operaciones de la cervecería. A menudo, las consideraciones logísticas y monetarias son grandes factores en el diseño de sistemas de tratamiento de agua. La idea es establecer procesos de tratamiento en una progresión natural para que el agua de calidad adecuada está disponible cuando sea necesario, con el coste más económico, y el agua de alta calidad no se pierde en los que no es necesaria. Eso sería dinero por el desagüe.

“Usar el agua tanto como sea necesario, pero ni una gota más”.

- Proverbio de cerveza

Tratamiento de aguas residuales de la fábrica de cerveza

Es el fin de la jornada en la fábrica de cerveza: se hace el mosto, la cerveza está fermentando, otra cerveza ha sido empaquetado, y todo el equipo ha sido regado o limpiado. Las aguas residuales se ha ido por el desagüe. El trabajo está hecho. ¿O es eso? Aguas residuales apenas va por el desagüe, ¿verdad? El exceso de mosto de cereales agotados? Por el desagüe. Las aguas residuales de las operaciones CIP? Por el desagüe. La ciudad va a cuidar de él, ¿verdad?

Para muchos cerveceros pequeños, este es realmente el caso. El sistema de tratamiento de alcantarillado / agua de la ciudad puede manejar 100-500 galones de agua o mosto a la vez sin muchos problemas. Sino como una fábrica de cerveza se hace más grande (el tema del tamaño depende de la planta de la ciudad o el tratamiento), la fábrica de cerveza puede ser responsables de las tarifas más altas para han tratado a sus aguas residuales,

o puede tener para el tratamiento de las aguas residuales antes de descargarlas en sí.

Este capítulo pretende ser una introducción al tratamiento de aguas residuales cervecería. No se pretende que sea totalmente completa o recomendar un mejor enfoque. No hay una respuesta única a la hora de elegir entre las aguas residuales

tratamiento Opciones.

Determinar el mejor enfoque requerirá una revisión exhaustiva de todos los requisitos, la asequibilidad de las opciones, y consulta con las personas con más conocimientos que los autores de este libro. El propósito de este capítulo es el de educar sobre lo que las aguas residuales es, ¿por qué tiene que ser tratada, y cómo se puede tratar.

Lo que es de aguas residuales?

Cualquier cantidad de agua que se vea afectada la calidad de uso humano o de utilización de aguas residuales se llama. Calidad en esta definición se refiere a la calidad del agua potable. Las aguas residuales pueden contener sólidos suspendidos, sólidos disueltos, y / o líquidos disueltos y gases. Elaboración de la cerveza puede ser una muy

actividad desperdicio: el uso típico de agua es de 5-8 volúmenes de agua por volumen de cerveza producida y alrededor de 3 libras de grano gastado saturada por galón de cerveza. residuos adicional, en su mayoría proteínas y lúpulo usados, se producen como trub en la bañera de hidromasaje y fermentadores. Algunos de estos residuos pueden ser recogidos y eliminados como residuos sólidos, pero muchos de ellos se abre paso a los desagües. La mayoría de las aguas residuales fábrica de cerveza proviene de las operaciones de limpieza, y contendrá limpiadores cáusticos, desinfectantes, ácidos, y residuos de elaboración de la cerveza. La fuerza de estos efluentes se puede medir de varias maneras,

pero dos de la mayor parte comunes son demanda biológica / bioquímica de oxígeno (BOD) y la demanda química de oxígeno (COD). La prueba de DBO mide la cantidad de compuestos orgánicos biodegradables en agua mediante la medición de la cantidad de oxígeno consumido por las bacterias en una incubadora durante un período de cinco días, expresado como mg / l de O₂. La prueba de DQO es más rápido; que mide tanto orgánicos biodegradables y no biodegradables mediante la medición de la cantidad de un oxidante fuerte (dicromato típicamente de potasio) que reacciona con la muestra. La prueba de DQO sobreestima la cantidad de contaminante orgánico

en el agua en comparación con la prueba de DBO, pero su velocidad y consistencia hacen que sea valiosa en la planificación de las necesidades de tratamiento de agua. Otros métodos comunes para la determinación de contenido orgánico del agua son de color (por taninos y materia húmica), extracción con disolvente, y el carbono orgánico total (TOC). La prueba de TOC es un procedimiento de **atomización y la combustión que mide carbono total en forma de CO₂, incluyendo la alcalinidad en el agua** (aunque alcalinidad típicamente se resta). La medida más relevante para los residuos cervecería es DBO, y probablemente puede ser la única medida que realmente utiliza. Las otras definiciones se incluyen para su información, por si acaso.

Se trata principalmente de los compuestos orgánicos en las aguas residuales que necesitan ser tratados, y por el tratado, que significa eliminado. Los compuestos orgánicos en las aguas residuales de fábricas de cerveza no son típicamente contaminantes químicos, como los aceites o disolventes, sino que las proteínas y los hidratos de carbono que proporcionan alimento para las bacterias y mohos. Si se descargan sin tratamiento en ríos o arroyos, esta

efluente proporciona suficiente nutrición para microorganismos para la tira de todo el oxígeno disponible de un ecosistema, matando eficazmente.

¿Por qué tratamos de aguas residuales?

residuos de cervecería es un problema particular para una planta de tratamiento de residuos de la ciudad debido a su fuerza. aguas residuales cervecería típica puede contener sólidos suspendidos en el rango de 400-800 ppm, y BOD de 2.000-3.500 ppm. La temperatura de las aguas residuales puede exceder de 140 ° F. El pH de la descarga puede exceder fácilmente de los límites de pH 5-11 debido a los cáusticos de limpieza y enjuague de ácido. La carga de la levadura puede potencialmente fuera de competencia a las bacterias de digestión de la planta de tratamiento. Los desinfectantes residuales también pueden dañar o matar a las bacterias de digestión y apagar la operación de tratamiento.

La descarga de una fábrica de cerveza variará dependiendo de la actividad de elaboración particular en el momento, es decir, el vaciado de la cuba de puré, la limpieza de la fermentador, o lavado hacia abajo equipo. residuos Brewery puede ser más eficazmente manejado por primera desviándolo a un tanque de retención en el que se puede diluir con otras aguas residuales y, a continuación alimentado a una velocidad más uniforme a la alcantarilla durante un período prolongado de tiempo. Por tanto, un tanque de ecualización es el primer paso de cualquier sistema de gestión de residuos.

Los requisitos nacionales para la descarga de aguas residuales a las aguas superficiales en los Estados Unidos se enumeran en [Tabla 23](#). La Ley de Agua Limpia a través de Contaminantes Nacional de Altas del Sistema de Eliminación (NPDES) de 1972 impone estos límites. Cualquier aguas residuales que supera estos límites debe ser tratado (es decir, contaminantes eliminados por una planta de tratamiento de residuos) antes de la descarga de nuevo al medio ambiente.

Requisitos Tabla 23-NPDES para la descarga en superficie Fuentes de Aguas Residuales de parámetros

	Límite
pH	6-9 pH
Temperatura	100 ° F (38 ° C)
BOD	30 ppm
TSS	30 ppm
TDS	(Varía)
Fósforo	(Varía)
Amoníaco	(Varía)

Los requisitos de descarga de la fábrica de cerveza a la planta de tratamiento de alcantarillado y residuos locales varían con la ubicación, debido a las leyes ya las necesidades locales. Típicamente, la

requisitos de alcantarillado son mucho menos restrictivos que los requisitos medioambientales para la DBO y los sólidos suspendidos totales (SST). requisitos de efluentes típicos para la descarga a las alcantarillas en los EE.UU. se muestran en la Tabla 24 .

24 .

Tabla 24-típicos Parámetros límites de descarga de residuos de Estados Unidos de alcantarilla

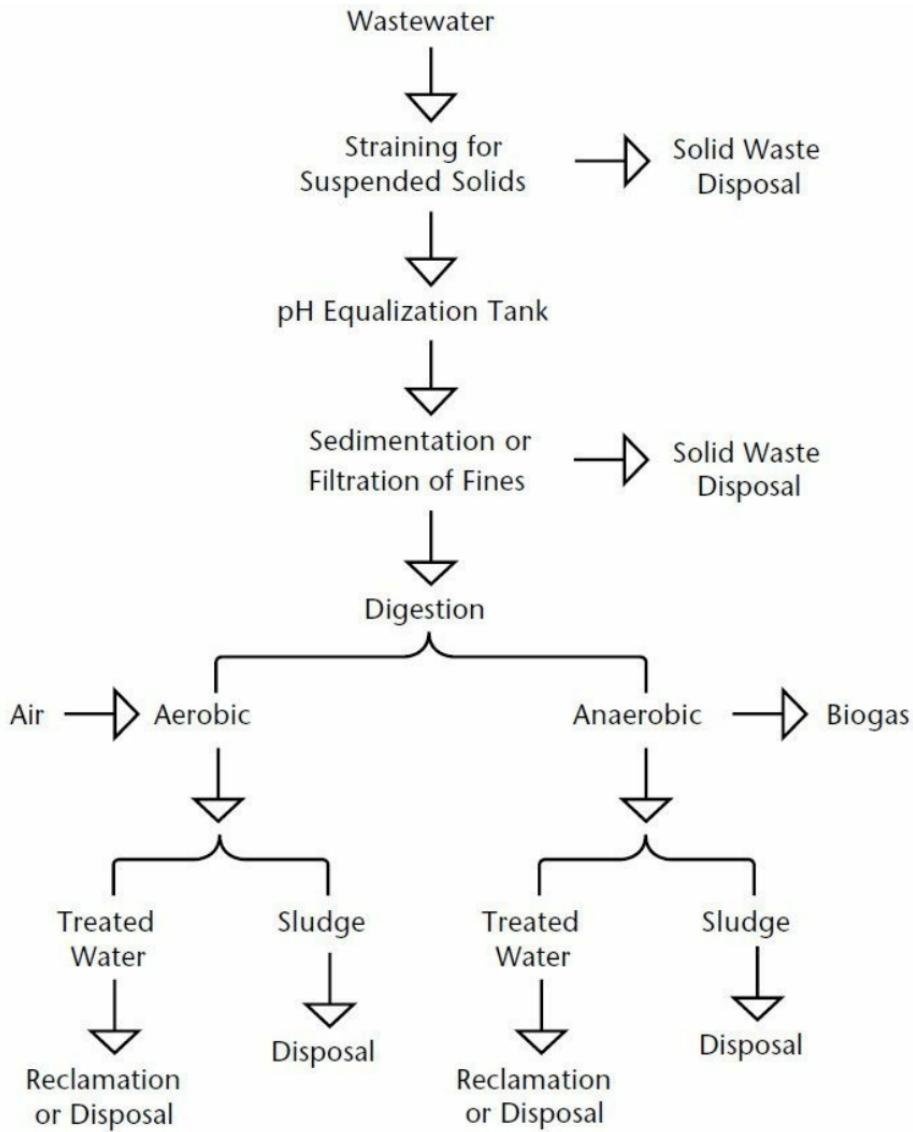
Unidos de alcantarilla	Límite
Fluir	<25.000 galones por día *
Temperatura	140 ° F (60 ° C)
pH	5-11
BOD	250 mg / L
TSS	250 mg / L
Grasas, aceites, grasas	100 mg / L

*Las velocidades de flujo mayor de 25.000 galones por día son considerados como usuarios industriales significativas, con costes adicionales y los requisitos más altos.

La carga que la planta de tratamiento ve en cualquier momento dado es una combinación del volumen de las aguas residuales y su fuerza. Un gran volumen de residuos de baja resistencia se puede manejar con relativa facilidad, y de hecho esta condición podría considerarse típica para el procesamiento de todos los días. Un pequeño volumen de residuos de alta resistencia puede ser diluido por otras corrientes de desechos antes o inmediatamente después de entrar en el

la planta y se puede acomodar sin demasiados problemas. Sin embargo, un gran volumen de residuos de alta resistencia (ej. Elevada DBO) puede ser un verdadero problema. Además, cualquier instalación que descarga más de 25.000 galones por día se considera que es un usuario industrial significativo por la EPA de EE.UU., y está sujeta a tasas más altas y requisitos más restrictivos. Suponiendo un agua residual bastante típico de la cerveza relación de 4: 1 para fábricas de cerveza de tamaño medio, lo que equivaldría a una producción anual de unos 75.000 barriles al año.

¿Cómo se trata de aguas residuales?



La Figura 37-Diagrama esquemático de básicos Tratamiento de Aguas Residuales Pasos. El primer paso se suspende la eliminación de sólidos, a continuación, la filtración de partículas finas, ecualización pH, y el tratamiento a continuación real de la BOD en el agua residual por aeróbico o

digestión anaeróbica.

El orden de las operaciones de tratamiento de aguas residuales es casi la misma, ya sea que se lleva a cabo en una cervecería, fábrica o planta de tratamiento municipal. En primer lugar los sólidos suspendidos se eliminan mediante pantallas o sedimentación. Estos pueden ser cualquier cosa de madera, juguetes, zapatos, o animales muertos, restos de comida y de las partículas que son demasiado grandes para posteriores etapas de tratamiento para manejar el proceso. La etapa de selección es por lo general sólo es capaz de eliminar las piezas grandes, sin embargo. El siguiente paso es eliminar cualquier sólido suspendido restantes que han pasado a través de cribado o filtración (es decir, multas), y los sólidos disueltos. Típicamente, los finos y sólidos disueltos deben hacerse reaccionar o consumidos para sacarlos de la corriente de residuos. Esto es particularmente cierto en los residuos cervecería donde la densidad de las multas es casi el mismo que el agua, haciendo de sedimentación un proceso que consume tiempo. Los sólidos disueltos están en solución y en general no pueden eliminarse por filtración, aunque la filtración por carbón activado puede ser útil para algunos contaminantes. El pH de las aguas residuales se ajusta habitualmente antes de proceder a

ningún etapas de procesamiento químicas y biológicas y / o, de modo que esos procesos se pueden ejecutar de forma más consistente y eficaz. Después de que los sólidos disueltos se han eliminado, o reducido y se concentró,

el lodo (residuo) es

recogido y enviado a un vertedero o cedidos. Parcialmente agua purificada es típicamente recuperado en uno o más puntos durante el procesamiento y puede ser purificado adicionalmente por una variedad de métodos, incluida la ósmosis inversa. Cada uno de estos pasos principales del proceso se revisarán en detalle más adelante.

La eliminación de sólidos suspendidos

aguas residuales Brewery por lo general contiene un alto volumen de sólidos en suspensión que no deberían estar en la corriente de aguas residuales. Estos sólidos pueden incluir granos gastados, pasaron lúpulo, pasaron de levadura, proteínas, taninos, rotos de vidrio y de la botella caps. Las aberturas en las pantallas de filtración en plantas de tratamiento de agua municipal tienden a ser espaciado de aproximadamente 6 mm o el diámetro (0,25 pulgadas). Sin embargo, las pantallas de cervecería necesitan ser más fino, y son típicamente menos de separación de 2 mm o el diámetro (0,08 pulgadas). La corriente de residuos se tamiza y se continúa con el siguiente paso, típicamente una explotación o

depósito de compensación donde se ajusta el pH y la velocidad de flujo se regula al siguiente proceso (es).

Las pantallas para la eliminación de sólidos en suspensión pueden ser o bien estática o giratoria, pero ambos necesitan un método para eliminar los sólidos atrapados y la limpieza de las aberturas para mantener el flujo. pantallas estáticas suelen tener algún tipo de rastrillo, raspador, o un limpiador para mantener la pantalla limpia. pantallas rotativas rotan constantemente para volcar los sólidos recogidos y continuamente presentar una superficie limpia para el flujo de residuos.

Los sólidos recuperados de las pantallas se pueden utilizar en el compostaje o mantillo para jardines al aire libre, o enviados a un vertedero, dependiendo de su composición.

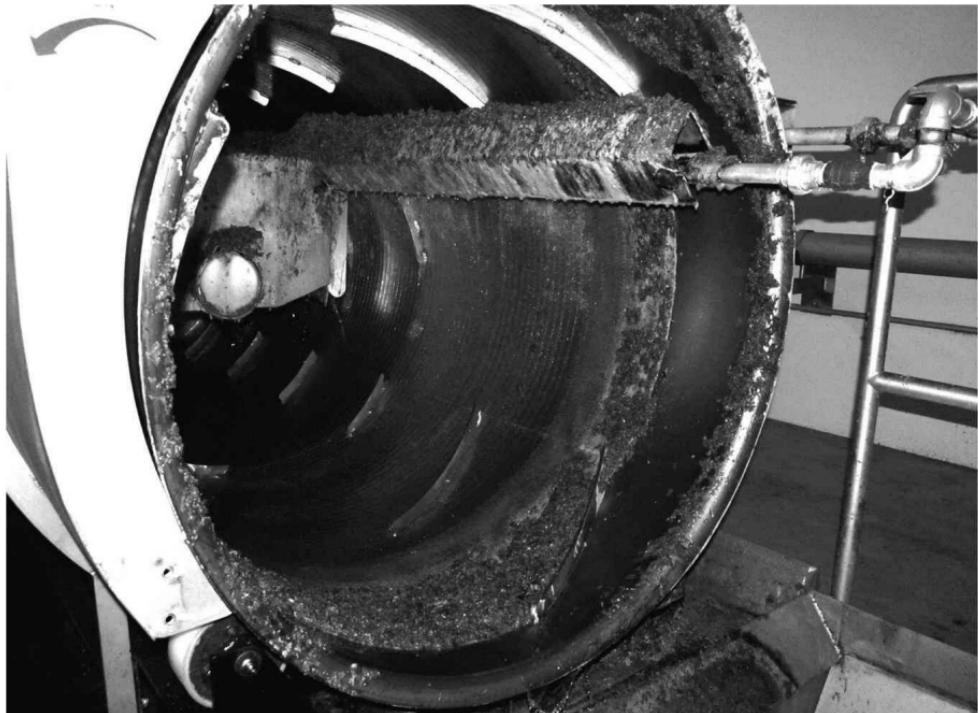


Figura 38-La pantalla de Rotary en uso en Sierra Nevada Brewing Co., Chico, CA.

Ajuste de pH / Ecualización Tank

El siguiente paso después de la revisión es normalmente el tanque de ecualización. Un depósito de compensación sirve para dos propósitos: actúa como un depósito para acumular y distribuir las aguas residuales a una velocidad controlada, y es típicamente donde se ajusta el pH de las aguas residuales para adaptarse a procesos posteriores como la digestión. La primera función es probablemente obvio para la mayoría

cerveceros, ya que es similar en propósito de babosas un Lautering Subvención de flujo se detuvo y se dosifica fuera del tanque a una velocidad más uniforme de flujo. El ajuste del pH es comprensible, así, dadas las diferencias de pH entre baldeo ácido y soluciones cáusticas de limpieza CIP. Algunas fábricas de cerveza han automatizado sistemas de dispensación cáusticos ácido y para controlar el pH del tanque, mientras que otros tendrán un único agente para sistemas de dosificación. Si el depósito es lo suficientemente grande, las babosas de flujo de ácido o cáustico cargados pueden ser moderados y sin intervención. El punto es que el pH del efluente necesita ser controlado a una gama de modo que no interrumpe los procesos aguas abajo. Si el efluente de una pequeña cervecería simplemente está siendo sewered a una planta de tratamiento local, entonces cualquier pH entre 5 y 11 es probablemente aceptable. Si el volumen de aguas residuales es mucho más grande, o requiere un tratamiento adicional en la casa, a continuación, un intervalo de pH de 6-9 es mejor. Si los residuos va a ser digerida, como veremos a continuación, a continuación, puede ser necesario un control aún más.

Un flujo constante de residuos consistentes resistencia es más fácil de manejar para todos.

La filtración de multas

Muchos de los sólidos en suspensión en corrientes de aguas residuales de la cervecería son muy fino, a menudo menos de 1 mm de diámetro (0,04 pulgadas). Estos finos pueden ser hidratos de carbono, proteínas, sílice de la filtración de cerveza, o la levadura. Mientras que los compuestos orgánicos pueden ser digeridos por otro procesamiento aguas abajo, es útil para extraer agua purificada de la corriente y reducir el volumen de aguas residuales que necesita ser tratada.

La sedimentación es generalmente el método preferido para la separación de sólidos en suspensión en la mayoría de otras industrias, pero sólidos cervecería son más problemáticas. La densidad de las partículas de grano, lúpulo y turbio es casi el mismo que el agua, por lo que los sólidos no sedimentan serían necesarios muy rápidamente-grandes balsas de decantación para dar el material tiempo suficiente para caerse. Coagulantes y floculantes pueden ser utilizados, pero estos productos químicos a menudo puede ser costoso. Estos tipos de partículas a menudo se pueden resolver a la inversa, por flotación por aire disuelto, pero de nuevo, los residuos cervecería tiende a ser problemática. El alto volumen de multas, alta de oxígeno disuelto, y trazas de levadura gastado puede crear un rampante

fermentación en la cámara de separación, y un producto de desecho desordenado!

Afortunadamente, hay otras tecnologías disponibles para concentrar estas multas, y uno de los más populares es la microfiltración

utilizando membrana tecnología.

La microfiltración utiliza una membrana microporosa para filtrar el agua purificada a partir de las aguas residuales. La microfiltración se usa a menudo en biorreactores de membrana (MBR) en los sistemas de digestión aeróbica, y esto se discute más adelante en la sección siguiente.

La microfiltración es generalmente capaz de filtrar levaduras y bacterias, y este tipo de filtro se utiliza comúnmente para el procesamiento de agua embotellada para eliminar los microorganismos. Las células de levadura son típicamente 0,005 a 0,010 mm (0,0002 hasta 0,0004 pulgadas), y bacterias pueden ser 10 veces más pequeño. El rango de tamaño de poro disponible para membranas de microfiltración es 0,110 micrómetros (es decir, la misma gama de bacterias como típicos y la levadura). Las membranas pueden ser fibras huecas, láminas planas, tubos o cartuchos en espiral. En el procesamiento continuo, es útil tener las membranas dispuestas en bastidores o geometría similar para facilitar el mantenimiento.

Durante la filtración, una diferencia de presión se aplica a menudo a través de la membrana, típicamente de succión, para extraer agua filtrado lejos del efluente. La diferencia entre la presión en el lado de alimentación de la membrana y el lado del filtrado de la membrana se llama la presión transmembrana, o TMP. presión de funcionamiento típica es de 2-4 psi (14-28 kPa). El TMP aumentará a medida que el lado de alimentación de la membrana se ensucia con sólidos. La agitación del lado de alimentación se proporciona mediante el lavado de aire o líquido para mantener bajo TMP y evitar la acumulación de sólidos en el lado de alimentación de las fibras de membrana. Por ejemplo, burbujas gruesas, generados por un difusor por debajo de las membranas, crean un efecto de fregado que reduce la acumulación de sólidos en la superficie de la membrana externa.

El ciclo de uso incluye una etapa de relajación, o remojo paso cuando el diferencial de presión se reduce o se pone a cero. La filtración se detiene por un corto período de tiempo (minutos) durante la etapa de relajación para permitir que el efecto de fregado para eliminar la materia en partículas de manera más eficaz. Este ciclo puede procesar varias veces por hora, dependiendo de la demanda.

El mantenimiento periódico incluye típicamente un semanal

lavado a contracorriente químico para eliminar los depósitos tenaces.

Típicamente una baja concentración de una solución de cloro u otro limpiador se inyecta en el lado filtrado de las membranas a un flujo bajo para una cantidad fija de tiempo. La solución clorada absorbe en las fibras de membrana y poros, rompiendo cualquier incrustantes que no se eliminaron por lavado normal. Una etapa de relajación no-presión se puede usar entonces para eliminar las suciedades sueltas, y el funcionamiento normal se puede reanudar.

Digestión

Los finos y sólidos disueltos se pueden desglosar por digestión utilizando microorganismos aerobios o anaerobios ('insectos'). Estos microorganismos pueden ser de cualquier variedad de bacterias, protozoos, hongos, algas, rotíferos, e incluso gusanos, dependiendo del tipo de residuo que necesita ser reducido. Para los residuos fábrica de cerveza, que principalmente consisten de bacterias.

Los microbios son sensibles a la temperatura y pH, prosperando mejor a 85-95 ° F (30-35 ° C), y 6.5 a 7.5 pH. El intervalo de pH puede ser más amplio, 5-9, pero 6.5 a 7.5 es óptimo. El pH puede caer rápidamente en los sistemas de digestión, debido a

generación de CO₂ y nitratos, aunque esto depende de las bacterias en el sistema.

Si el pH cae, debe ajustarse rápidamente para evitar biológica mortandad y un alto a tratamiento. El agua baja alcalinidad típicamente preferido en las operaciones de cervecería es propenso a los cambios de pH más amplio debido a su relativa falta de almacenamiento en búfer.

Las necesidades nutricionales de los microbios no pueden ignorarse tampoco. Por lo general, la fábrica de cerveza suministros de desecho todo lo que necesitan (fosfatos, calcio, magnesio, sulfato) pero a veces se requiere el nitrógeno amoniacal extra para mantener un crecimiento sano, lo mismo que para la levadura. En general

los microbios exigir un residuos

relación / nitrógeno / fosfato BOD de 100: 5: 1 para un mejor rendimiento. Una instantánea de residuos típica cervecería se da en [Tabla 25](#) . residuos Brewery puede variar considerablemente en fuerza en función del proceso du jour. En general, una DQO de > 5000 mg / L se considera residuos de alta resistencia.

Tabla 25-Típica Brewery Fuerza de residuos Parámetro

	Concentración (Mg / L)	Producción típica
DQO total	3,000-5,500	2.5-7.5 lbs./bbl

DBO total	2.000-3.500	--
Solidos totalmente suspendidos	400-800	0,3-1,1 lbs./bbl

Hay dos opciones para la digestión: aeróbico y anaeróbico. microbios aerobios utilizan los gases (principalmente oxígeno) para fomentar su crecimiento y digerir el efluente. microbios anaerobios digieren el efluente en ausencia de oxígeno y producen gases (principalmente metano). Ambos procesos pueden consumir casi la totalidad de los residuos de DBO de la fábrica de cerveza y producir una biomasa lodo que es muy baja en DBO. En otras palabras, es bastante inerte y se puede depositan en vertederos o se utiliza para compost. Los lodos procedentes de otras industrias puede tener trazas de metales pesados u otros residuos peligrosos que pueden ser más difíciles de eliminar, pero lodos fábrica de cerveza tiene el potencial de ser un producto útil.

El tratamiento aeróbico

métodos de tratamiento aeróbico y equipos son bastante simples: construir un gran tanque o estanque, instalar aireadores, añadir los microbios, y muy pronto usted está reduciendo la DBO. La mezcla aireada de las aguas residuales y los microbios digiere la

BOD en el agua residual. La biomasa se envía a un clarificador donde el agua residual tratada se separa de los microbios y los microbios se devuelven a la entrada del tanque de aireación para mantener el equilibrio de la biomasa a las aguas residuales. manejan los sistemas aeróbicos de baja a fuerza media de residuos mejor.

Cuidado con los Aceites y Desinfectantes Hop!

Los microbios en digestores no son más inmunes a lúpulo y desinfectantes que otros microbios que deterioran la cerveza. El relativamente reciente énfasis en los OPI y dry hopping ha causado problemas a varias fábricas de cerveza que tratan sus propios residuos, como el lúpulo pueden inhibir ambas insectos y tratamiento. La mejor solución para esto es tomar medidas adicionales para mantener el lúpulo gastó fuera de la corriente de aguas residuales (mejor selección).

Los desinfectantes son, por supuesto anti-microbiana, pero que se puede esperar que sean desactivadas en el tanque de ecualización. Por desgracia, este no es siempre el caso. Los desinfectantes de ácido peracético parecen tener el más largo

la actividad residual y medidas adicionales deben tomarse medidas para neutralizarlos antes de entrar en el digestor. Una adición cáustica puede ayudar a desactivar ácido peracético en las aguas residuales.



Figura 39-aeróbica La digestión del tanque en Sierra Nevada Brewing Co., Chico, CA.



Figura 40-aeróbica La digestión Estanque en New Belgium Brewing Co., Fort Collins, CO.

Clarificadores pueden ser tanques o estanques. Los tanques pueden ser circular con un punto central entrada y salida alrededor del perímetro del tanque, o rectangular con una entrada en un extremo y una salida en el otro. La distancia entre la entrada del tanque y la salida proporciona tiempo para la biomasa ahora-más pesado para asentarse fuera del flujo de aguas residuales. Clarificado las descargas de agua en la parte superior del tanque, mientras que la biomasa de lodos

recoger en la parte inferior del tanque se bombea de nuevo al tanque de aireación para digerir más BOD. El lodo tratado se descarga del sistema y típicamente deshidrata de modo que pueda ser mejor manipularse y eliminarse. Hay varias opciones de eliminación de lodos disponibles, incluyendo la aplicación al suelo, compostaje y vertederos.

Las ventajas de los sistemas aeróbicos es que son fáciles de instalar y operar, y pueden ampliarse fácilmente. Cuando funciona correctamente, el olor del tanque aireado o estanque es mínima con la mayoría de los gases que consiste en CO₂ y agua. Si se opera de forma incorrecta, la bacteria puede morir, el tanque puede ir anaeróbico, y los malos olores se habrán distribuido en la zona. La economía actual de tratamiento sugieren que los sistemas aeróbicos son los más adecuados para cargas de hasta 5.000 libras de DQO por día. Más allá de que la carga, sistemas anaerobios pueden ser más económico.

Algunas de las desventajas de un sistema de tratamiento aeróbico son los requisitos de alta energía para la aireación, una gran huella de procesamiento para el tanque (s) / estanque y clarificador, y un alto rendimiento de biomasa (es decir, lodo tratado). Capacidad de expansión (la construcción de más tanques de aireación o estanques) es una

buenas características pero utiliza una gran cantidad de espacio disponible. A menudo, el gran volumen de aguas residuales puede abrumar el sistema de tratamiento, no por su fuerza, sino por su volumen. Aquí es donde la deshidratación se vuelve importante. La filtración por membrana puede ayudar a eliminar el agua del flujo de residuos y aquí es donde biorreactores de membrana entran en juego.

Membrana Biorreactores (MBR)

El proceso MBR reemplaza el típico clarificador de sedimentación. Unidades MBR tienen huellas drásticamente más pequeñas, a menudo de 5% o menos del depósito de origen. Un MBR es esencialmente un armario lleno de bastidores de filamentos de microfiltración o en hojas. El MBR se puede colocar dentro o al lado del tanque digestor, y trabaja filtrando el exceso de agua, manteniendo la biomasa en el tanque. Las membranas pueden ser o bien microfiltración (~ 0.1 poros micrométricos) o ultrafiltración (~ 0,01 micrómetros), dependiendo de la necesidad, y pueden conseguir una separación casi completa de las partículas del agua. El agua de permeado es típicamente y clara libre de microbios, con pocos sólidos en suspensión (por ejemplo, taninos). El agua todavía contendrá todos los sólidos inorgánicos disueltos (minerales), y algunos compuestos orgánicos no digeridos

(Fosfatos residuales, taninos, etc), pero a niveles mucho más reducidos.

Mientras tanto, el efluente más concentrada es retenida para mayor ruptura en el tanque de aireación.

Una corriente de burbujas a lo largo del exterior de filamentos de microfiltración o en hojas de la unidad de MBR ayuda a evitar el ensuciamiento. Stone Brewing Co. ha utilizado este tipo de sistema junto con su tanque de digestión aeróbica durante años y ha demostrado ser muy fiable y de mantenimiento bajos. Un MBR reduce el volumen total de agua en el sistema de tratamiento, y proporciona una fuente de agua que puede ser utilizado fácilmente como lavar agua para material no crítico. El agua es biológicamente pura y potable, pero sin un agente de desinfección residual. Tiene fosfatos más disueltos (~ 50 ppm) y taninos que el agua de la fuente original, pero mucho menos que el agua residual cruda. El agua tiene el color del té (o cerveza) y un olor a tierra un poco seco. En Stone, la mayor parte de este permeado recuperada se alimenta a un sistema de ósmosis inversa para la purificación adicional.

digestores aeróbicos son simples y eficientes, pero son relativamente grandes y la energía caro de mantener. Por otro lado, los digestores anaerobios tienen huellas más pequeñas, son más complicadas de ejecutar, pero pueden pagar por sí mismos con la producción de biogás que puede ser utilizado como combustible. digestores anaeróbicos son actualmente la mejor tecnología disponible para el tratamiento de aguas residuales de la cervecería. Esta tecnología utiliza recipientes sellados para mantener el aire fuera del proceso para crear la condición anaeróbica. El diseño más común de los digestores anaerobios en las fábricas de cerveza de Estados Unidos hoy en día son del tipo UASB (Flujo Ascendente anaerobio de manto de lodos), pero hay otros tipos en uso en fábricas de cerveza, así como el EFB (Ampliado de lecho fluidizado) donde la turbulencia líquido entra la biomasa agitado . Estos sistemas utilizan tanques especializados y requieren una cuidadosa operación. Otra opción utiliza un tanque sellado típico con circulación forzada para mantener el contenido esté bien mezclado. Mezcla de movimiento lineal (LMM) es una tecnología reciente de mezcla eficiente de la energía que utiliza un pistón de movimiento lento para mantener el contenido del tanque mezclados. Cada uno de estos sistemas de digestores realiza la misma tarea: convertir una gran cantidad de residuos fuertemente en DBO

gas metano, mientras que la producción de menos volumen de lodo de un proceso aeróbico.

Todos los digestores anaeróbicos utilizan bacterias productoras de metano para reducir los residuos. Acetógenos (acetato de formación) puede estar presente también, pero por lo general no son necesarios para descomponer residuos fábrica de cerveza.

acetógenos como más cálido

temperaturas de metanógenos (Metano de formación).

Los metanógenos como 85-95 ° F (30-35 ° C). Las bacterias anaeróbicas son muy sensibles al medio ambiente, y pueden ser abrumados por la levadura.

El proceso puede ser meticuloso y requiere atención constante.

El beneficio de la digestión anaerobia es el gas metano que produce. Nominalmente tiene tres opciones con el gas: puede estallar a la atmósfera (quemarla), que se puede limpiar y utilizarlo en la fábrica de cerveza, o se puede limpiar y venderlo. El biogás contiene otros gases además de metano, que es típicamente 50-70% del total. La mayor parte del resto del gas es vapor de dióxido de carbono y agua, pero hay trazas de sulfuro de hidrógeno, y otros hidrocarburos. De limpieza consiste en eliminar estos contaminantes. Una vez limpio, el gas metano puede ser utilizado

en calderas o motores. El valor calorífico del biogás después del secado es

típicamente 500-700 BTU / ft³, en comparación con alrededor

1.020 BTU / pie³ para el gas natural, y cerca de 2.500 BTU / pie³ para gas propano. El

secado está logrando mediante la presurización y la condensación.

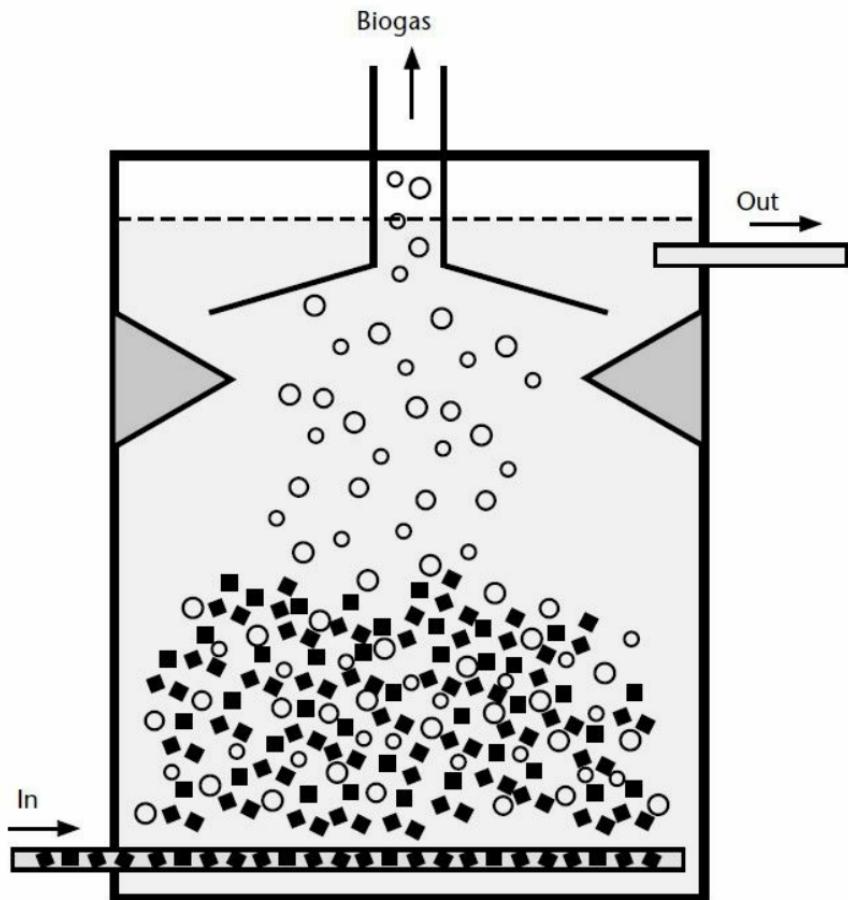


Figura 41-Flujo Ascendente anaeróbico manto de lodo sistema de digestión. El biogás se recoge desde el centro.



Figura 42 La parte superior del sistema de digestión anaerobia en New Belgium Brewing Co., Fort Collins, CO. Un sistema anaeróbico debe ser cerrada desde el aire circundante, así que no hay mucho que ver desde el exterior.

La deshidratación de lodos

El lodo o biomasa que se produce a partir de estos digestores es pobre en nutrientes y tiene poco olor. El agua debe ser removido de los lodos para ayudar a la eliminación y ahorrar costes de envío. El agua se puede eliminar por filtración o centrifugación decantador. coagulantes poliméricos se pueden añadir a los lodos para ayudar en el proceso de deshidratación y mejorar su manejo. Por ejemplo, la centrífuga decantadora de Stone Brewing no se ejecuta todos los días de la semana, y produce un (18% de agua) de lodo seco deleznable

con poco olor (huele a tierra). La mayoría de los vertederos no aceptarán desechos líquidos, por lo que la deshidratación de lodos puede ser necesaria si que es donde se dirige el material. Si el lodo es tierra-aplicado o utilizado como una enmienda del suelo, a continuación, la deshidratación puede ser opcional. Aunque el contenido de nutrientes se reduce significativamente por el proceso de tratamiento, los lodos puede ser una enmienda del suelo deseable para las tierras agrícolas.

Resumen

Fábricas de cerveza utilizan una gran cantidad de agua, y que los recursos hídricos se hacen más escasos, la conservación y la gestión del agua son cada vez más importantes. El tratamiento de aguas residuales en la fábrica de cerveza se puede manejar de varias maneras, a menudo con sencillos pasos. El primer paso para cualquier fábrica de cerveza, incluso los más pequeños, es instalar un tanque de ecualización para moderar la fuerza y el volumen de los residuos. Esto puede ser de gran ayuda para evitar multas cuando cloacas en aguas residuales con una planta de la ciudad o el tratamiento. Más tarde, como la fábrica de cerveza crece, es el primer paso para el tratamiento de la casa. A medida que el volumen de aguas residuales y aumenta recargos de la utilidad de aguas residuales crecen, se hace más económica para el tratamiento previo de las aguas residuales de la cervecería. Sí, cuesta tiempo y dinero para asumir estas tareas, pero el esfuerzo

nunca se pierde. Pregunte a cualquier fábrica de cerveza de tamaño medio de la inversión en el tratamiento del agua en la casa, y la respuesta más común es: "Lo hicimos para ahorrar dinero."

Química Glosario y

Cebador

El propósito de este apéndice es proporcionar un glosario y un cebador para facilitar la discusión de agua y elaboración de la cerveza a lo largo de este libro. Por lo tanto, este glosario no es un diccionario general de palabras asociadas a términos de agua, o elaboración de la cerveza. Si no puede encontrar el término que estás buscando, compruebe el Índice; el término puede ser definido en el texto.

? c o -Delta C nada: el cambio en la carga desde el pH inicial de agua a 4,3 por una titulación de alcalinidad total.

? c z CZ -Delta: el cambio en la carga desde el pH inicial de agua al puré objetivo pH (Z pH).

° L -Degrees Lovibond para el color de malta.

Ácido ácido -Un es un donador de protones, de acuerdo con la definición de Brönsted-Lowry. Cuando un ácido dona un protón, el resto de la molécula se denomina la base conjugada. Por ejemplo, el HCl compuesto iónico es un ácido, y dona un protón; el resto, Cl⁻, es la base conjugada. Un ácido monoprótico tiene un protón para donar y un ácido poliprótico tiene más de uno.

Ácido / Base Par -El ácido asociado y base conjugada o ácido conjugado de la base y, se conocen como pares ácido / base.

Acidez -La cantidad de base necesaria para cambiar el pH de una sustancia en una cantidad definida. Acidez siempre debe estar definido con respecto al punto final de pH específico o la magnitud de cambio de pH.

Álcali sustancia -A que es una base, o más específicamente, una sal iónica básica de un metal alcalino o un metal alcalinotérreo (es decir, las dos primeras columnas de la tabla periódica de elementos).

Alcalinidad -La cantidad de ácido necesario para cambiar el pH de una sustancia en una cantidad definida. Alcalinidad siempre debe estar definido con respecto al punto final de pH específico o la magnitud de cambio de pH.

Amina amina -Un es una estructura química derivada de amoniaco (NH_3) donde uno o más de los hidrógenos ha sido reemplazado por un grupo alquilamonios o arilo. Un aminoácido es una amina que consiste en ácido carboxílico y diversas moléculas orgánicas de cadena lateral. A cloramina es una amina donde uno (o más) de los hidrógenos ha sido reemplazado por un átomo de cloro.

ASBC Sociedad Interamericana de elaboración de la cerveza Los químicos.

Átomo -Atoms son los bloques de construcción básicos de todos los sólidos, líquidos y gases en nuestro mundo. Un átomo es la unidad más pequeña de un elemento, tal como un átomo de oxígeno, hierro, o de carbono, en contraposición a una molécula.

Ver [Molécula](#) .

Masa atomica -La unidad de escala atómica fundamental de masa es el *unidad de masa atómica unificada* simbolizado por "u" y

a veces referido como un Dalton (abreviatura Da), especialmente por los bioquímicos. El peso atómico de un átomo es su peso expresado en U o Dalton. A Dalton o U se define como 1/12 de la masa del átomo de carbono 12. Una Dalton es igual a una masa de alrededor de $1,6605 \times 10^{-26}$ gramos. Los dos protones y los neutrones tienen una masa atómica de alrededor de 1U. Para ser precisos, la masa de un protón se define para ser

1.00727647012u, y los neutrones son 1.00866490414u. La masa de un electrón es $5.48579903 \times 10^{-4}$ u. Esto es sobre 0,05% de la masa de un protón, y esta es la razón por la masa de los electrones no se considera que es significativa en la mayoría de los cálculos.

Número atómico -El número de protones en el núcleo de un átomo. El número atómico diferencia y define cada elemento en la tabla periódica.

Peso atómico -El peso atómico de un elemento es la media ponderada de las masas de los isótopos de un elemento. El peso atómico de un elemento se utiliza para el cálculo de los pesos moleculares, pesos equivalentes, etc. Ver [Masa atomica](#) y [Isótopo](#) .

Constante de Avogadro - $6,022 \times 10^{23}$ “cosas” por mol. Considerado como adimensional, pero fue derivado para describir el número de átomos en 1 mol-gramo de oxígeno, es decir, el número de átomos de oxígeno en 1 mol de oxígeno que pesa 16,00 gramos. Un mol de plátanos sería de aproximadamente $6,022 \times 10^{23}$ plátanos más o menos un montón. Ver [Topo](#).

Base ácido -Un es un acceptor de protones, de acuerdo con la definición de Brönsted-Lowry. Cuando una base acepta un protón, el resto de la molécula se llama el ácido conjugado. Por ejemplo, el compuesto iónico de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es una base, y acepta protones; el resto, Ca^+ , es el ácido conjugado.

biocida pesticida -A o agente antimicrobiano que puede disuadir o desactivar cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Un desinfectante o desinfectante.

BOD (demanda biológica de oxígeno) -La prueba de DBO mide la cantidad de compuestos orgánicos biodegradables en una muestra de aguas residuales midiendo la cantidad de oxígeno consumido por las bacterias en una incubadora durante un período de cinco días

período, expresado como mg / l de O₂.

Buffer tampón -A es ya sea un ácido débil o una base débil que reacciona a moderar el cambio en el pH de una solución. La forma en que funciona es que la constante de disociación de la memoria intermedia se encuentra cerca del pH de la solución, de manera que cuando se añade otro producto químico, tal como un ácido fuerte o base, el agente tampón se disocia o re-asociados de acuerdo con el principio de Le Chatelier para mantener el equilibrio, y minimiza de este modo el cambio en el pH. Un tampón es más eficaz cuando el pH se encuentra cerca del pKa del compuesto tampón y cuando tiene uno o más iones en común con el producto químico (s) que se añade a la solución.

Capacidad de buffering -La capacidad de amortiguación de una sustancia es su capacidad para resistir un cambio de pH, en mEq / pH • L o mEq / pH • kg, dependiendo. La cantidad de acidez o alcalinidad de una sustancia es igual a la capacidad de amortiguación de la sustancia multiplicado por el cambio en el pH. Muy similar

a la relación entre la corriente, resistencia, y el voltaje, con respecto a la ley de Ohm ($I = R \times E$).

Burtonization -El acto de sales de adición de, principalmente sales de sulfato, a agua de escaldado para imitar la famosa agua de Burton-upon-Trent en el Reino Unido.

Especies de carbonato -A veces se hace referencia como *carbo*, o el *sistema de carbo*, las especies de carbonato son cualquiera de las tres formas que se producen en el agua natural: ácido carbónico (H_2CO_3), bicarbonato (HCO_3^-), y carbonato (CO_3^{2-}).

La suma de estas especies a menudo se cuantifica como C T o la alcalinidad total como $CaCO_3$. Ver [do T](#) y la alcalinidad [total](#).

Cargar -La carga de valencia en un ion y / o el número de equivalentes por mol que el ion representa. Un ácido fuerte o de base tiene una carga constante, pero la carga por mol de un ácido débil o base pueden variar con el pH como en el caso de los ácidos polipróticos carbonato y bicarbonato, y débiles, tales como ácido fosfórico.

quelación : un tipo de enlace molecular entre iones metálicos y otras moléculas. Es un vínculo más flojo que los enlaces moleculares iónicos o covalentes, donde el ión metálico es solamente fuertemente asociado con el agente quelante, y puede ser

separado sin necesidad de una reacción química. Podría ser comparado con el uso de cinta adhesiva en lugar de la soldadura de dos piezas juntas.

Química -Química es, hablando en términos muy amplios, la ciencia que describe la materia y la forma en que se comporta en condiciones particulares. Es un tema amplio, que abarca sub-disciplinas como la química general, química analítica, la bioquímica, la química física, química electro, química orgánica e inorgánica, la química cuántica, química de polímeros, la biología molecular y la química nuclear. toques la química del agua en algunos de éstos: química general, química inorgánica y química física.

Química general se refiere a la distribución por fundamental de la materia: electrones, protones y neutrones, y las formas en que se combinan para formar los diversos elementos químicos, iones y compuestos.

La química orgánica se refiere a compuestos de carbono (ya sea de los seres vivos, como el nombre sugiere, o

sintético) y la química inorgánica abarca todo lo demás. El estudio de agua de infusión cae principalmente bajo inorgánico. Un lote se dice acerca de los carbonatos, que hacen, por supuesto, contienen carbono, pero el carbonato de calcio es un mineral y por lo tanto no se considera orgánico. Ofertas de química física con las propiedades de las soluciones y los gases, el grado en que las cosas se disuelven, cómo ácidos y bases actúan como una función del pH, y los equilibrios químicos, que son muy importantes para la química del agua.

Ecuación química -A ecuación química describe los reactivos y los productos de una reacción química, en la forma general de $A + B \leftrightarrow C + D$. La extensión de la reacción es descrita por la reacción o la constante de equilibrio. Ver

[Equilibrio constante y estequiométría](#) .

CIP -clean-In-Place.

DQO (Demanda Química de Oxígeno) -La DQO prueba mide tanto orgánicos biodegradables y no biodegradables mediante la medición de la cantidad de un oxidante fuerte (dicromato típicamente de potasio) que reacciona con el

muestra. La prueba de DQO sobreestima la cantidad de contaminante orgánico en el agua en comparación con la prueba de DBO, pero su velocidad y consistencia que sea valioso en la planificación de las necesidades de tratamiento de agua.

Compuesto compuesto -A es una sustancia química única e identificable compuesta por dos o más elementos. Un compuesto se forma y se puede dividir por reacciones químicas, y tiene una estructura definida mantienen unidos por enlaces químicos.

do τ -Los moles totales de especies de carbonato (H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-}) en solución. La alcalinidad del agua debido a carbonatos es igual a $C\tau$ multiplicado por el cambio en la carga como una función del pH. Ver [5](#) para la explicación.

Da (Dalton) -Ver [Masa atomica](#) .

Ley de Dalton -La presión total en un sistema es la suma de las presiones parciales de los gases en el sistema.

DBP (Desinfección Subproducto) subproducto -A del proceso de desinfección de cloro tales como THM o HAA5.

DIY -Hazlo tu mismo

dispersante actos dispersantes -a para reducir la tensión superficial del líquido o de otra manera actúa para hacer que una sustancia más húmedo capaz, tal como un tensioactivo, pero también actúa como un defloculante para evitar que una sustancia de formación de grumos en presencia de un líquido.

DI -Agua desionizada.

Constante de disociación, Ácido constante de disociación ácida -Un es un tipo de constante de equilibrio que describe cómo fuertemente disociado la molécula de ácido es; esto es una medida de la fuerza del ácido. Por ejemplo, el ácido fosfórico es un ácido poliprótico y tiene tres constantes de disociación, una para cada protón. El primero (pK_1) es 2,14, la segunda (pK_2) es 7,20, y la tercera (pK_3) es 12.37. Un criterio para un ácido para ser considerada fuerte (o fuertemente disociado) es si el pH de la solución es al menos dos unidades mayor que el pK_a del ácido. Por lo tanto, el primer protón de H_3 correos 4 está fuertemente disociado a pH puré, como puede verse en [Figura 47](#) , apéndice B . El segundo protón no sería fuertemente

disociado a menos que el puré o pH de la solución fue de al menos 9,20 o superior. Para la tercera protón para ser fuertemente disociado, el pH de la solución tendría que ser 14.37 o superior, que es difícil de crear.

EBC -Europa Convención de elaboración de la cerveza.

EBCT cama -Empty tiempo de contacto, es decir, la cantidad de tiempo que un volumen determinado de agua pasa en realidad dentro del filtro de carbono.

EDTA ácido -Ethylenediaminetetraacetic, un agente quelante utiliza comúnmente para disolver las incrustaciones de carbonato.

Elemento -Elementos se identifican por el número de protones (partículas con carga positiva) en el núcleo; esto se conoce como el número atómico. Por ejemplo, el carbono tiene 6 protones, el oxígeno tiene 8, y el oro tiene 79. Si un átomo tiene un número diferente de protones en su núcleo de otro átomo, entonces es un elemento diferente. Si usted tiene un átomo de carbono y administrar de sacar uno de los protones en el núcleo, entonces ya no es de carbono, pero el número de boro-5 atómica.

emulsionante emulsionante -Un actúa para estabilizar una emulsión, que es una mezcla no estable de dos líquidos, como aderezo de ensalada vinagreta, o mayonesa.

EPA -La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

Equilibrio equilibrio químico -A es un estado en el que las concentraciones de reactivos y productos no cambian con el tiempo. Un sistema es también en el equilibrio cuando la reacción directa tiene lugar a la misma tasa que la reacción inversa. Las velocidades de reacción de las reacciones de avance y retroceso generalmente no son cero, pero iguales. Por lo tanto, no hay cambios netos en las concentraciones de la sustancia reaccionante (s) y producto (s).

Equilibrio constante -Un constante de equilibrio (K) debe ser adecuadamente la relación de las actividades químicas de los productos de reacción más de los reactivos, pero también puede ser descrito por las concentraciones de los productos y reactivos, donde las concentraciones son típicamente criaron a

una potencia de acuerdo con los coeficientes de reacción química.



$$do \times [D]^{re})$$

Las constantes de equilibrio pueden ser números muy pequeños, tales como $1,6 \times 10^{-9}$ y están por lo tanto a menudo citado como pK , en donde la constante es el logaritmo negativo del número, como en pH .

Equivalente -Un es la cantidad de una sustancia que va a reaccionar con o suministrar un mol de iones de hidrógeno (es decir, protones) a una reacción química.

FDA -La Food and Drug Administration.

GAC carbón activado -Granular. Ver [Capítulo 8](#).

Relación de Grist -más específicamente la relación de agua a Grist, es una relación en peso de kilogramos de agua a kilogramos de molienda (es decir, litros a kilogramos), y por lo tanto normalmente se cita sin unidades. Si la relación se discute en otras unidades, tales como cuartos por libra (qts / lb) a continuación, las unidades deben ser incluidos. La conversión general entre cuarto

por libra a litros por kilogramo es 1 qt / lb = 2 L / kg.

HAA ácidos 5-haloacéticos. (Sí, hay 5 de ellos.) Ver

Capítulo 3 .

Ley de Henry -A una temperatura constante, la cantidad de un gas dado que se disuelve en un tipo y volumen de líquido dada es directamente proporcional a la presión parcial de este gas en equilibrio con ese líquido.

iones -Normalmente, el número de electrones en un átomo es igual al número de protones en el núcleo, y por lo tanto un átomo se considera eléctricamente neutro. Un átomo con un número diferente de electrones que protones no es neutra, y se llama un ion. Los iones son naturalmente creados durante las reacciones químicas con otros elementos y / o compuestos. Los iones pueden ser tanto elementos o compuestos. La diferencia en la carga del electrón del ion con el elemento de base / compuesto se llama la valencia, y se indica como un superíndice, por ejemplo, **Ca + 2, Na + 1, más o menos 4-2. Los electrones son** partículas cargadas negativamente y por lo tanto un átomo / compuesto que pierde electrones se vuelve más positivo, mientras

un

átomo / compuesto que gana electrones se hace más negativa. Los aniones están cargados negativamente iones y cationes están cargados positivamente.

Isótopo isótopo -Una de un elemento es un átomo con un número diferente de neutrones en el núcleo que se considera típico, aunque esto es engañoso. No existe una única proporción 'correcta' de neutrones de un elemento, (al igual que no hay un estilo único 'normal' de la cerveza), pero algunos isótopos se producen con más frecuencia que otros en la naturaleza. Un elemento puede tener varios isótopos. El ejemplo más común es el uranio (número atómico 92), que tiene 3 isótopos que se producen en la naturaleza, U238, U235, U233 y. U238 tiene 146 neutrones en su núcleo, U235 tiene 143, etc. El isótopo más común de un elemento típicamente no está etiquetado como ser un isótopo, por ejemplo, "carbono" para Carbon 12, en contraposición a "Carbon 14", que se entiende que es una forma menos común de carbono.

Principio de Le Chatelier -Este principio se puede resumir como sigue: Un equilibrio va a reaccionar a un cambio en la concentración, temperatura, volumen o presión

ya sea a mantener el equilibrio o establecer un nuevo equilibrio, en función del tipo de cambio. Por lo general, significa que si se aumenta la concentración de los reactivos químicos, la concentración de productos de la reacción se incrementará, de acuerdo con la constante de equilibrio.

La reacción de Maillard -El proceso para la oxidación no enzimática de los alimentos se nombra para químico francés Louis Camille Maillard, que describió por primera vez en 1912. La química del proceso fue posteriormente definido por el químico estadounidense John Hodge en 1953, en el que un aminoácido y un azúcar reaccionan para producir cualquiera de los cientos de compuestos, muchos de los cuales tienen sabores y aromas asociados con los alimentos. Ver [melanoidin](#)

MBAA -La Asociación de Maestros Cerveceros de el Américas.

MBR Biorreactor -Membrane. Ver [Capítulo 9](#).

MCL -máximo nivel de contaminante. Ver [Capítulo 3](#).

MNMC Objetivo -máximo nivel de contaminante. Ver [Capítulo](#)

melanoidinas -Melanoidins son polímeros de color rojo y de color marrón pigmentada que se forman por las reacciones de Maillard de azúcares de tipo aldehído y aminoácidos. Ellos son responsables de muchos de los sabores y aromas de la firma de alimentos horneados y asados.

millival plazo -A para miliequivalentes por litro, en su mayoría Europea.

Molar (M) -Una unidad de concentración: un mol de soluto por litro de solución.

Topo -El término “mol” se deriva de “gramo molécula” y se utiliza para describir una cantidad igual de químicos “cosas.” Estas cosas pueden ser átomos o moléculas (o iones o cargas de electrones) y es útil para los químicos para describir la cantidades de cosas que participan en una reacción química. Por lo tanto, podemos decir que 2 moles de hidrógeno reaccionan con 1 mol de oxígeno para producir 1 mol de agua. Sin embargo, el topo se desarrolló con el advenimiento de la teoría atómica como los científicos se cuantificando masa atómica,

y había al menos tres candidatos para el estándar, es decir, hidrógeno, oxígeno y carbono. Eventualmente, el carbono isótopo 12 fue elegido, y un lunar se definió como el número de átomos en 12 gramos de carbono 12. Por consiguiente, el número de Avogadro se definió como el número de átomos en 1 mol de carbono 12, y ese número desde entonces ha determinado experimentalmente que

$$6.02214078 \times 10^{23} \pm 1.8 \times 10^{17}$$

Un isótopo de un elemento tiene el mismo número de protones en su núcleo como el elemento padre, pero un número diferente de neutrones. Los isótopos se identifican por el número total de protones y neutrones en el núcleo. Por ejemplo, la nomenclatura de carbono 12 significa que el átomo contiene 6 neutrones, además de los 6 protones, significadas por su número atómico, 6.

Peso molecular -El peso molecular, a veces referido como el peso de la fórmula de una sustancia es igual al peso total de todos los átomos que lo componen. El peso molecular del agua es de 18 gramos por mol, compuestos de 2 hidrógenos y 1 de oxígeno. Un mol de

agua pesa 18 gramos y se compone de número de moléculas de agua de Avogadro. El peso molecular de una sal hidratada, tal como cloruro de calcio incluye el peso de las dos moléculas de agua que están asociadas con ella.

Molécula molécula -A es la unidad más pequeña de una sustancia poliatómico reconocido, que consta de dos o más átomos del mismo o de diferentes elementos.

NOM materia orgánica -Naturales.

Normal (N) -Una unidad de concentración: un equivalente de soluto por litro de solución.

NTU Unidades de Turbidez -Nephelometric.

oxalato -Oxalate o etanodioato, tiene la estructura química $(COO)^{2-}$ y en asociación con el calcio, es responsable de cálculos renales y beerstone. La precipitación de cristales de oxalato de calcio en la cerveza envasada puede crear sitios de nucleación para la rápida evolución de las burbujas de dióxido de carbono, llamado chorro. Los factores que afectan a los niveles de oxalato en la malta no están bien

entendido.

Oxidación Oxidación no es sólo la oxidación o la corrosión de los metales. En realidad, es la pérdida de electrones o un aumento en el estado de oxidación de una molécula, átomo o ion. La pérdida de electrones también se puede considerar como la ganancia de un protón, es decir, la aceptación de protones, tal como por una base.

Oxidane -El nombre químico formal de agua.

PAC -Powdered carbón activado.

PCE -Tetrachloroethylene.

pH -En la química, el pH es una medida de la actividad de los iones de hidrógeno en solución, basado en la concentración. El concepto fue introducido por primera vez por el químico danés Søren P. L. Sørensen en el Laboratorio Carlsberg en 1909, y revisado para el uso moderno en 1924. El uso actual en la química equipara la terminología para el logaritmo negativo de las constantes de disociación como en (pK).

medidor de pH -Un buen medidor de pH por lo general tendrá un costo de unos pocos

cientos de dólares, pero la mayor parte de ese costo es en el electrodo. La electrónica del medidor tienden a ser similares en estos días. ¿Quieres conseguir un medidor que tiene por lo menos +/- 0,05 exactitud el pH, si no es +/- 0,02, y el ATC. ATC mantiene la sonda en la calibración cuando la temperatura de la muestra es de varios grados fuera de la temperatura de calibración. Capacidad de calibración de dos puntos se prefiere sobre un solo punto. Un buen electrodo puede ser ya sea sellado o rellenable y tendrá una resolución de +/- 0.02 pH o más pequeño. Un electrodo doble unión es menos propenso a la contaminación que un solo electrodo de unión, que es importante cuando se trabaja con soluciones viscosas pegajosas como mosto y cerveza. Algunos modelos de electrodos desechables tienen uniones, lo que permite una limpieza más fácil y una vida más larga.

pK -La logaritmo negativo de la constante de equilibrio K un Ver [Equilibrio constante o Constante de disociación](#) .

ppb -partes por mil millones.

ppm -partes por millón; equivalente a miligramos por litro para las soluciones diluidas tales como agua y mosto.

La alcalinidad residual -Ver [Capítulo 4](#) .

Reducción -Reducción es la ganancia de electrones, o una disminución en el estado de oxidación de una molécula, átomo o ion. La ganancia de electrones también se puede considerar como la pérdida de un protón, es decir, la donación de protones, tal como un ácido.

RO -Osmosis inversa.

SACO catiónico de ácido -Fuerte, es decir, el tipo de resina de intercambio iónico. Ver [Capítulo 4](#)

8 .

sal -A es un compuesto iónico (es decir, se mantienen unidos por diferencia de carga electrostática) que pueden resultar de la reacción de neutralización de un ácido y una base. El carbonato de calcio es una sal de ácido carbónico y el hidróxido de calcio. sulfato de calcio es una sal de ácido sulfúrico e hidróxido de calcio. La sal de mesa es la sal de ácido clorhídrico e hidróxido de sodio. El ácido y la base pueden ser de cualquier tipo; estos ejemplos acaba de pasar a utilizar formas de hidróxido.

SBA -Fuerte aniónico de base, es decir, el tipo de resina de intercambio iónico. Ver [Capítulo 4](#)

8 .

Notación científica y dígitos significativos notación -Scientific proporciona una forma conveniente de expresar números muy pequeños y muy grandes. La notación científica simplifica un número expresándola como un decimal (llamado la mantisa) multiplicado por una potencia de 10 (el exponente). Por lo general, la mantisa está escrito con un solo dígito a la izquierda del punto decimal, y el resto atrás. Como ejemplos: 150 mil millones de células de levadura se pueden escribir como $1,5 \times 10^{11}$, o una concentración de calcio se podría escribir 155 ppm, que es el mismo que decir 155×10^{-6} , pero podría ser escrita

$1,55 \times 10^{-4}$ lo que equivale a 0,000155. También es común escribir los exponentes en múltiplos de 3, es decir, miles, millones, mil millones, y esto se conoce como notación de ingeniería. Por lo tanto, 150 mil millones se escribiría 150×10^9 .

El número de dígitos, incluyendo ceros, que sigue el decimal indica el grado de precisión de la serie, y éstos se llaman dígitos significativos. dígitos significativos son importantes en los pesos y medidas, ya que cuentan la resolución de la medición. Las reglas para dígitos significativos son los siguientes:

1. Cualquier número distinto de cero es significativo, eg155 tiene 3 dígitos significativos.
2. Un cero entre dos números distintos de cero es significativo, por ejemplo 107 también tiene 3.
3. Cualquier ceros detrás de la coma decimal son significativos, por ejemplo, 1,4100 tiene 5 dígitos significativos.
4. Un número que contiene ceros a la derecha sin el punto decimal es ambigua. Por ejemplo, el número 1500 parece ser un número redondo, por ejemplo, aproximadamente uno y medio mil. Además de precisión podría estar indicada si se subrayó la cero de salida, o por adición de un punto decimal, por ejemplo, 1500 (3) o 1500. (4).

Estas reglas se aplican a la notación científica también. El número 1.500×10^3 tiene 4 dígitos significativos, frente a 1.5×10^3 que tiene solamente 2.

La notación científica también simplifica los cálculos. A

multiplicar dos números en notación científica, multiplicar las mantisas y sumar los exponentes. Para dividir dos números en notación científica, dividir las mantisas y restar los exponentes: por ejemplo $2 \times 10^{11} / 4 \times 10^2 = 0,5 \times 10^9 = 5,0 \times 10^8$.

NMCS nivel máximo de contaminante -alumnos. Ver

[Capítulo 3](#) .

SRM Método de Referencia -Estándar de la ASBC para la determinación del color de la cerveza.

estequiometría -Stoichiometry es la rama de la química que se ocupa de las cantidades relativas de reactivos y productos, de manera que una ecuación equilibrada forma típicamente relaciones de número entero positivo. Una ecuación de reacción equilibrada no tiene un exceso o deficiencia de reactivo.

Por ejemplo:



En otras palabras, un mol de ion de calcio (Ca^{2+}) reacciona con dos moles de iones de bicarbonato (2HCO_3^-) para producir un mol de precipitado de carbonato de calcio (ppt), un mol de gas dióxido de carbono (g), y un mol de agua. Tenga en cuenta que la

número de átomos de calcio en cada lado de la ecuación es la misma (1), el número de átomos de carbono en cada lado es el mismo (1), el número de átomos de oxígeno en cada lado es la misma (3) y el número de átomos de hidrógeno en cada lado es el mismo (2). También la suma de las cargas en el lado izquierdo ($2, 2$ de $-1 = 0$) es igual a la suma de las cargas en el lado derecho (0). Esta ecuación es equilibrada. Las cargas están equilibradas. Además, si contamos todos los átomos en un lado de la flecha que tenemos el mismo número en el otro lado. Esta es la definición de una ecuación equilibrada. Como con estructura de la oración, una ecuación equilibrada no siempre es correcta pero una desequilibrada es siempre incorrecta.

surfactante -A surfactante actúa como un agente humectante, la disminución de la tensión superficial entre un líquido y un sólido.

Series de Taylor -A Taylor Series es una expansión matemática que representa una función como una suma infinita de términos que se calculan a partir de los valores de los derivados de la función en un solo punto. La ecuación que describe una línea de una *ajuste de la curva polinómica* es un ejemplo de un Taylor

Polinomio, donde una suma finita de términos (un subconjunto) se utilizan para describir en general la función.

TCE -Trichloroethylene, un disolvente industrial.

TDS Sólidos Disueltos -Total, es decir, cualquier cosa que se disuelve en agua, tal como cloruro sódico o azúcar o carbonato de calcio, etc.

Valoración -Una común procedimiento de laboratorio para determinar una concentración desconocida de un soluto conocido. También se conoce como análisis cuantitativo o volumétrica porque las mediciones de volumen juegan un papel crítico. En valoraciones ácido-base, un reactivo, típicamente un ácido fuerte o base, se prepara como una solución estándar. La cantidad específica de reactivo (volumen x concentración) utilizado para cambiar el pH de la solución a un punto final especificado determina la concentración desconocida del soluto. Las titulaciones utilizan a menudo un cambio de color de tinte, llamado un indicador, para determinar visualmente cuando se ha alcanzado el punto final, aunque el uso de medidores de pH digitales para monitorear el progreso es cada vez más común.

TOC -Carbono organico total.

TTHM -Total trihalometanos, un PAD.

UASB -Upflow anaerobio de manto de lodos. Ver [Capítulo 10](#) .

UV -Luz ultravioleta.

WAC catiónico de ácido -Weak, es decir, el tipo de resina de intercambio iónico. Ver [Capítulo 8](#) .

AMB -Weak aniónico de base, es decir, el tipo de resina de intercambio iónico. Ver [Capítulo 8](#) .

Z alcalinidad -Z representa la palabra alemana “Ziel”, lo que significa meta o destino, e indica que la alcalinidad de carbonatos se calculan con respecto a un pH puré objetivo, en lugar de punto final de titulación estándar de 4,3 o 4,5 para la determinación de la alcalinidad total. La alcalinidad Z es siempre menor que la alcalinidad total de la misma agua.

Ver

[Capítulo 5](#) para la explicación y su uso.

La acidificación de la aspersión o elaboración de la cerveza Agua

Nota: Cada vez que la acidificación del agua de elaboración de la cerveza era discutido en correspondencia a la pregunta que más a menudo se plantea es: "¿Qué le pasa al calcio?" En respuesta, AJ DELANGE generosamente aportó lo siguiente.

Un modelo para la estimación de pH puré se presentó en

[Capítulo 5](#) , Donde la influencia de cada una de las maltas y el agua se tabuló y se suma para determinar ya sea: a) el pH puré de que mejor se adapten a la condición de suma cero, o b) el número de miliequivalentes de ácido o base necesaria para poner a cero la suma final con respecto a un pH objetivo (Z).

Este apéndice se centrará en el agua, y el presente

gráficos y métodos para determinar el efecto de la acidificación de la alcalinidad total en el agua si un ácido fuerte se utiliza para llevarlo a un pH particular en el intervalo puré general (5,2, 5.5, 5.75 y 6.0). Las tablas también estiman el efecto sobre los niveles de calcio en el agua si se utiliza ácido fosfórico para la acidificación, en oposición a los ácidos láctico o clorhídrico, por ejemplo.

Cerveceros deben superar dos fuentes de tampón para cambiar el pH puré desde un valor inicial hasta el valor objetivo Z: bicarbonatos en el agua, y los pares ácido / base en la malta.

La capacidad tampón de los pares ácido / base en cualquier malta dado se expresa mejor por curvas de valoración, tales como los de [Capítulo 5](#) .

Cuando acidificar la elaboración de la cerveza o burbujeo de agua por delante de la masa, sólo nos interesa con la capacidad de amortiguación del agua y el mEq / l de ácido para superarla. Si nos vamos a acidificar el agua a un pH de 4,3, entonces la capacidad de amortiguación del agua sería la alcalinidad total del agua en mEq / L dividido por el cambio en el pH:

/ L de ácido = capacidad de amortiguación mEq (pH 2- pH 1)

La cantidad de ácido que tendríamos que acidificar el agua al puré pH (ex. 5.5) es por lo tanto menos de las mEq-típicamente de 10 a 20 por ciento menos alcalinidad total. Aquí es donde el concepto de Z alcalinidad entra, como se introdujo en [Capítulo 5](#). Lógicamente, una vez que traer el agua para triturar el pH, no se requiere tratamiento adicional de agua, y la preocupación único que queda es el tampón de los maltas (donde, sin duda, se necesita más investigación).

Este enfoque sugiere que las curvas incrementales para 50, 100, 150, y 200 ppm de alcalinidad total, como CaCO3 sería muy útil en la planificación de tratamiento de agua. La manera más fácil de explicar cómo utilizar estos gráficos es con el ejemplo.

Ejemplo 1-Determinar Adiciones ácido para reducir la alcalinidad y el pH Baja

Supongamos que tenemos un agua que tiene la siguiente composición:

- 16 ppm Ca
- 50 ppm alcalinidad total como CaCO3

- pH de 7.5
- pequeñas cantidades de magnesio, sodio, cloruro y sulfato

Nuestro objetivo es acidificar el agua al pH puré blanco de 5,5.

¿Cuánto ácido usamos? Y la cantidad de alcalinidad Cómo podemos neutralizar?

Mirar [Figura 43 \(P. 257\)](#) -Alkalinity 50 ppm como CaCO_3 . La leyenda

para el gráfico se divide en cuatro niveles de pH para tres condiciones. Los cuatro niveles de pH son 6,0

(círculos), 5.75 (triangulos), 5.5 (cuadrícula), y 5,2 (Triángulos invertidos). Las tres condiciones son:

- Sab. Ca + 2; MARIDO 3 correos 4; pH (X) = saturación de calcio a pH (X), usando ácido fosfórico (líneas punteadas)
- Movimiento rápido del ojo. Alq.; MARIDO 3 correos 4; pH (X) = restante alcalinidad después de acidificar con ácido fosfórico a pH (X) (líneas punteadas)
- Movimiento rápido del ojo. Alq.; MARIDO 2 ASI QUE 4; pH (X) = restante alcalinidad después de acidificar con ácido sulfúrico a pH (X) (líneas sólidas)

Las líneas con cuadrados son para un pH de 5,5. La línea continua con

cuadrados es la tercera condición, "Rem. Alq. MARIDO 2 ASI QUE 4; pH

5,5 ", que indica que esta es la curva que muestra el efecto de la acidificación a pH 5,5 utilizando ácido sulfúrico. En realidad, esta curva funciona para cualquier ácido fuerte, tal como curva de ácido-misma láctico o clorhídrico. El ácido fosfórico tiene su propia curva (segunda condición) porque es un ácido débil y no totalmente protonar (más sobre esto más adelante).

La forma en que esto funciona es que vamos a la intersección de nuestra curva (Rem. Alc., H₂ ASI QUE 4, continua con cuadrados) e iniciar el pH del agua de 7,5, y lee la alcalinidad restante (ppm como CaCO₃) fuera de la escala del lado izquierdo. El valor es de aproximadamente

6. Obsérvese que la escala es logarítmica, es decir, que los valores van de 2 a 10 ppm y de 10 a 50 ppm. La respuesta a la segunda pregunta,

“La cantidad de alcalinidad que hizo neutralizar?” es $50-6 = 44$ ppm como CaCO₃.

Y esta respuesta es la que nos permite responder a la primera pregunta, “cuánto ácido usamos?” - dividiendo el cambio en la alcalinidad por su peso equivalente, $44/50 = 0,88$ mEq / L.

Por lo tanto, 0,88 mEq de ácido (por litro) que se necesita para neutralizar la alcalinidad. Suponiendo que hemos preparado una solución normal de 1 de ácido sulfúrico (es decir, 1 N = 1 mEq / ml),

esto requeriría 0,88 mililitros de 1 N de ácido por litro de agua que queríamos para acidificar. **Tabla 26** enumera las concentraciones de ácido y los volúmenes para la preparación de 1 N para la preparación de 1 N concentraciones.

Mesa 26 -Preparación 1 Solución normal de ácido Ácidos Común

	Solución madre w / w%	Densidad (kg / l)	molaridad (METRO)	mL de ácido para preparar 1 l de 1 normal Solution (N)
Clorhídrico	10%	1.048	2.9	348
Clorhídrico	37%	1.18	12.0	83.5
Láctico	88%	1.209	11.8	84.7
Sulfúrico	10%	1.07	1.1	458,3
Sulfúrico	98%	1.84	18.4	27.2
Fosfórico	10%	1.05	1.1	935 *
Fosfórico	85%	1.69	14.7	68 *

*Fosfórico es aproximadamente monoprótico a pH puré.

La razón por la que parecen ser la solución de este problema hacia atrás (es decir, la búsqueda de la alcalinidad restante y después determinar la cantidad de ácido que utilizamos para llegar allí) se debe a que la química es compleja, que requiere cálculos iterativos para resolver. Por lo tanto, hemos resuelto el

ecuaciones para las condiciones específicas a fin de generar curvas que nos permiten interpolar los valores para la mayoría de condiciones.

Ejemplo 2-Determinación de ácido fosfórico Adiciones para reducir la alcalinidad y el pH Baja

Ahora vamos a repetir el Ejemplo 1 usando ácido fosfórico. Fosfórico es un ácido débil que no lo hace completamente protonar. En otras palabras, el número de iones de hidrógeno liberado (o la carga por mmol) cambia dependiendo del pH de la solución, como carbonatos hacen. El grado de protonación (es decir, mEq) se da como una función del pH en [Figura 47](#) .

Observe que el valor varía de 1 a 1,35, a pesar de ácido fosfórico (H_3 correos 4 tiene 3 hidrógenos disponibles-es un ácido débil.

Hacemos lo mismo que antes, excepto que se utiliza la curva discontinua con símbolos cuadrados conectados (segunda condición). Tenga en cuenta que la línea de ácido fosfórico está por encima de la línea de ácido fuerte. Esto significa que fosfórico reduce menos alcalinidad para la misma caída en el pH como un ácido fuerte hace. Esto es porque los aniones de ácido fosfórico son bases más fuertes que los aniones de ácido clorhídrico, sulfúrico, o láctico

ácidos.

En este ejemplo, la alcalinidad restante es 9 ppm como CaCO₃ en la intersección de la curva (Rem. Alq., H 3 correos 4, discontinua con cuadrados) y de iniciar el pH del agua de 7,5. Esta vez solamente 41 ppm de alcalinidad se redujo.

Dividiendo el cambio en la alcalinidad por su peso equivalente,

$$41/50 = 0,82 \text{ mEq / L}$$

Por lo tanto, se utilizó 0,82 mEq de ácido (por litro) para neutralizar la alcalinidad. [Figura 47 muestra](#) cómo muchos mEq de protones son aportados por cada milimol de ácido fosfórico en llegar a un pH particular. El valor mEq a 5,5 pH es 1,02. Suponiendo que hemos preparado una solución 1 molar (diferencia de nota) de ácido fosfórico (es decir, 1 mmol / ml), que necesitaría $0,82 / 1,02 = 80$ mmol de ácido fosfórico por cada litro de agua.

Ejemplo 3-Determinación de pérdida de calcio de ácido fosfórico Adiciones

Hay una complicación potencial al agregar fosfórico

el ácido al agua antes de que el puré. El calcio y la forma fosfato del compuesto *hidroxilapatita*, o $C_{10}(\text{correos } 4)_6(\text{OH})_2$, que precipita para liberar iones de hidrógeno y bajar el pH puré. Los fosfatos en ácido fosfórico también pueden reaccionar con el calcio en el agua y, potencialmente, podrían precipitar antes de que el agua, incluso llega al puré. La pregunta es, “¿Cuánto calcio se elimina del agua por acidificación con ácido fosfórico?”

No podemos predecir la precipitación de apatita como una función de adición de ácido fosfórico debido a que los mecanismos de precipitación de apatita son muy difíciles de modelo. Sin embargo, podemos calcular los niveles de saturación de calcio que pueden ser toleradas antes de la aparición de precipitación como una función del pH. Este límite de saturación es transportada por las líneas de puntos, “Sat. ca + 2; MARIDO 2 correos 4; pH (X)”. Volviendo a las condiciones del ejemplo 2, la intersección de la línea de pH 5,5 (cuadrados, de puntos) a pH inicial 7,5 indica una concentración de poco más de 400 mg / L en la escala de calcio en el lado derecho de la carta. Por debajo de este nivel, la solución no está saturado con respecto al calcio y la precipitación de apatita no ocurrirá. Esto significa que el contenido de calcio 16 mg / L

de nuestra agua no se verá afectado y podemos usar ácido fosfórico para acidificar a pH 5,5, sin pérdida de calcio.

Estos gráficos nos muestran cómo evitar la pérdida de calcio, pero también revelan dos tendencias que no se haya dado cuenta:

- El límite de saturación de calcio aumenta cuanto más se acidifican. Esto es lógico desde el punto de vista de que las sales de calcio son más solubles en soluciones más ácidas. Sin embargo, puede ser contrario a la intuición para aquellos de ustedes que se han preocupado en el pasado sobre la acidificación del agua de rociado demasiado, y por lo tanto han acidificado solamente a un pH de 6,0, sólo para “tomar el borde de” la alcalinidad. El límite de saturación de calcio a pH 6,0 es bastante bajo, sólo alrededor de 4 ppm para las condiciones que hemos discutido.
- El límite de saturación de calcio disminuye con el aumento de nivel de alcalinidad total. Referirse a [Las figuras 43](#)

[y 45](#) , [Donde el límite de saturación para pH punto final 5,75](#) es de aproximadamente 100 ppm de 50 ppm de alcalinidad, mientras que el límite para el mismo pH de punto final es de aproximadamente 40 ppm para 150 ppm de alcalinidad (suponiendo pH inicial de agua

8,0 para ambos).

Por lo tanto, si se va a acidificar con

ácido fosfórico, asegúrese de que usted toma este compromiso entre la alcalinidad, calcio y pH variable en cuenta. Esta situación no se produce cuando la acidificación con otros ácidos.

Ejemplo 4-adición de calcio a acidificado Agua

Ahora vamos a suponer que queremos preparar una cerveza clara con esta misma agua. Las composiciones de agua sugeridas en

[Capítulo 7](#) indicamos que nos gustaría 50-150 ppm de calcio en el agua de manera que su alcalinidad residual mejor coincida con el color pálido del estilo y alcanza el rango de pH puré derecha, etc Por lo tanto tenemos la intención de añadir una cantidad suficiente de sulfato de calcio al tanque de licor caliente para llevar el nivel de calcio de 100 ppm. Esto está muy bien, ya que el límite de saturación de calcio para este agua a pH 5,5 es de aproximadamente 400 ppm. Sin embargo, hay que darse cuenta de algo: que la adición de calcio a esta agua ya acidificado probablemente bajar el pH del agua aún más por una cierta cantidad, predecir difíciles de pequeña.

Por lo tanto, es mejor añadir el sulfato de calcio a la

agua antes de acidificar con ácido fosfórico al 5,5 pH. De esta manera sabemos que los 100 ppm de calcio en solución es estable, y sabemos que el pH del agua acidificada. Por supuesto, si usted tiene un medidor de pH y lo está utilizando para medir sus resultados, a continuación, usted sabe que su pH final del agua no importa qué orden de adición que utilice. El punto es que si usted está haciendo esto por primera vez y tratar de predecir las cantidades de su adición y resultados, se debe añadir las sales primero y el segundo ácido.

Notas generales de uso

Gráficos de agua con alcalinidades de 50, 100, 150 y 200 ppm como CaCO_3 se presentan en este apéndice. Pero supongamos que el agua tiene una alcalinidad total de 75 ppm como CaCO_3 . ¿Es posible utilizar los gráficos? Sí, los resultados de este y otros niveles de alcalinidad pueden ser determinados por interpolación. Comparación de las líneas 5,75 acidificación de las listas de 50 ppm y 100 ppm. El uso de un pH inicial de agua

7.5 como nuestra base de comparación, y acidificando a 5,75 con ácido fuerte, las curvas muestran aproximadamente 9,5 ppm de alcalinidad restante en el gráfico 50 ppm, y aproximadamente 20 ppm en el

100 gráfico ppm. Como 75 es la mitad de camino entre 50 y 100, es lógico pensar que 75 ppm de alcalinidad se reduce a medio camino entre 9,5 y 20 o alrededor de 15 ppm.

Interpolación también funciona para los niveles de saturación de calcio, pero los resultados en más de una estimación aproximada debido a las escalas logarítmicas y las suposiciones químicas que tuvimos que hacer. Observe que el valor de 3 en una escala logarítmica está a medio camino entre los valores de 1 y 10, y que 30 está a medio camino entre 10 y 100. Esto es porque en una escala logarítmica, $\text{LOG } 3 = 0.477$, $\text{LOG } 5 = 0.699$, etc. Tenga esto en cuenta a la hora echando un vistazo a los valores entre las marcas en la escala lo que parece ser dos y medio es en realidad ~ 2.3 , y lo que parece ser dos y tres cuartas partes es en realidad ~ 2.56 .

Para 50 ppm de alcalinidad con un punto final de 5,5 pH, el nivel de saturación de calcio es de aproximadamente 430 mg / L para pH 7,5 agua y aproximadamente 170 mg / L para las mismas condiciones a 100 ppm de alcalinidad. El promedio aritmético de estos dos números es de 300, lo que sugiere que el nivel de calcio de saturación para agua alcalinidad 75 ppm debe estar cerca de este número. De hecho, es 257 mg / L, por lo que la interpolación lineal para

saturación es en el mejor de una estimación aproximada. Sin embargo, estas tablas son a estimación aproximada de todos modos, por razones que discutiremos más adelante.

Las curvas de ácidos fuertes son bastante robustos, lo que significa que deben darle una estimación razonable. Sin embargo, cuando se trata de la precipitación de apatita, más generalizaciones que se habían hecho, y los números son menos robustos. Sin entrar en detalles agonizante, la probabilidad de precipitación se produce depende de muchos factores. El factor más importante es el producto de solubilidad del ser sólido formado. Se utilizó el valor de $pK = 117$ para hidroxilapatita (tomado de Stumm y Werner). productos de solubilidad es muy difícil, si no imposible, para medir con precisión, por lo que existe incertidumbre en todos los números de saturación. Además, si la solución no es “ideal” (y no lo es), tenemos que considerar que la presencia de otros iones con carga puede *eléctricamente* calcio y fosfato uno del otro y reducir la probabilidad de la atracción y la precipitación. Hemos utilizado la teoría de Debye-Huckle modificado para producir estos gráficos, pero esta teoría tiene sus propias limitaciones. En tercer lugar, no hemos considerado la

limitaciones de solubilidad de otras sales tales como los fosfatos primarios y secundarios de calcio.

Por lo tanto, con el fin de llegar a las curvas de saturación hemos creado una solución hipotética de alcalinidad dado a pH dado en un modelo de ordenador, y después se añade de forma incremental de calcio a la solución, comprobado el producto iónico para ver si era inferior a la saturada valor, y luego repite los pasos hasta que se alcanzó el producto iónico de saturación. (Ningún animal fue dañado durante este proceso, aunque el gato fue definitivamente poniendo de los nervios.)

Pero no se puede agregar catión calcio solo, también debe agregar un anión para mantener el equilibrio eléctrico neutro. Se utilizó sulfato porque alta dureza permanente se asocia más comúnmente con sulfato de cloruro. Sulfato tiene un efecto más fuerte de la fuerza iónica de cloruro hace y por tanto, si hubiéramos utilizado cloruro, la saturación de los niveles de calcio habría salido inferior. Sin embargo, el corolario de este supuesto es que si se está trabajando con o construcción de un agua que tiene una relación de sulfato a cloruro de menos que uno, tal como 1: 2; o ninguna sulfato en absoluto, tal como agua para una lager Pilsner, sugerimos el corte de la

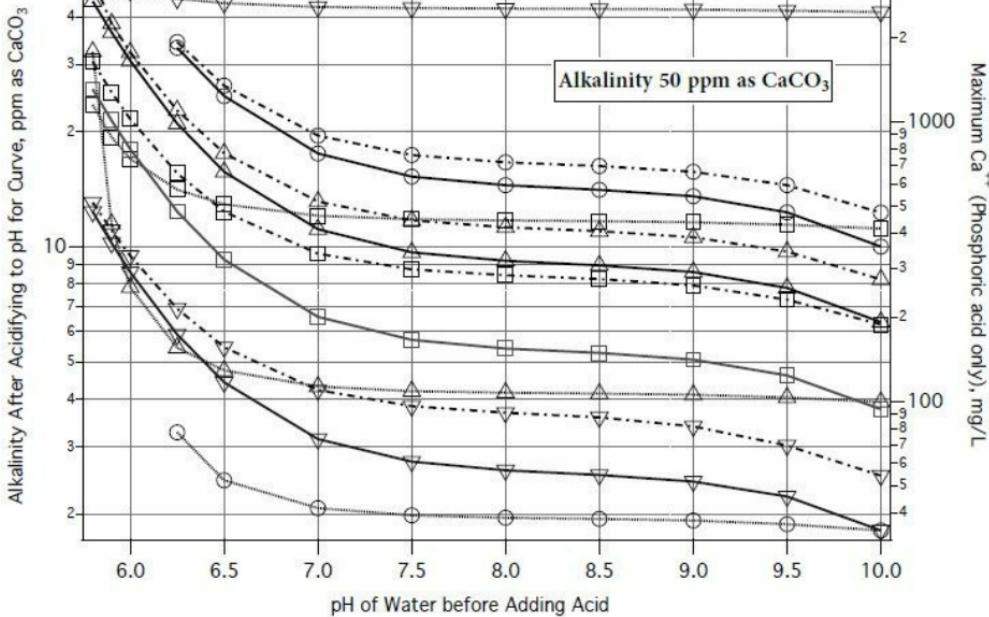
valor de saturación de calcio en un medio para estar en el lado seguro.

Resumen

Estas curvas se pueden utilizar para darle una buena idea de qué esperar cuando acidificando el agua con ácido fosfórico u otros ácidos fuertes. Las estimaciones de ácido fuerte tienen mejor confianza de las estimaciones de ácido fosfórico. Las estimaciones de las curvas deben ser verificados mediante la medición de los niveles de calcio disueltos después de la adición de ácido fosfórico si hay alguna duda de que la precipitación de calcio puede haber ocurrido.

Si la precipitación de calcio es posible, acidificar a un pH más bajo será reducir esa probabilidad. Sin embargo tenga en cuenta que, al hacerlo, puede sobrepasar su objetivo pH puré a valores por debajo de 5, inhibiendo la conversión apropiada y reducir el rendimiento. Sus resultados pueden variar.

La acidificación del agua Gráfico-50 ppm como CaCO₃

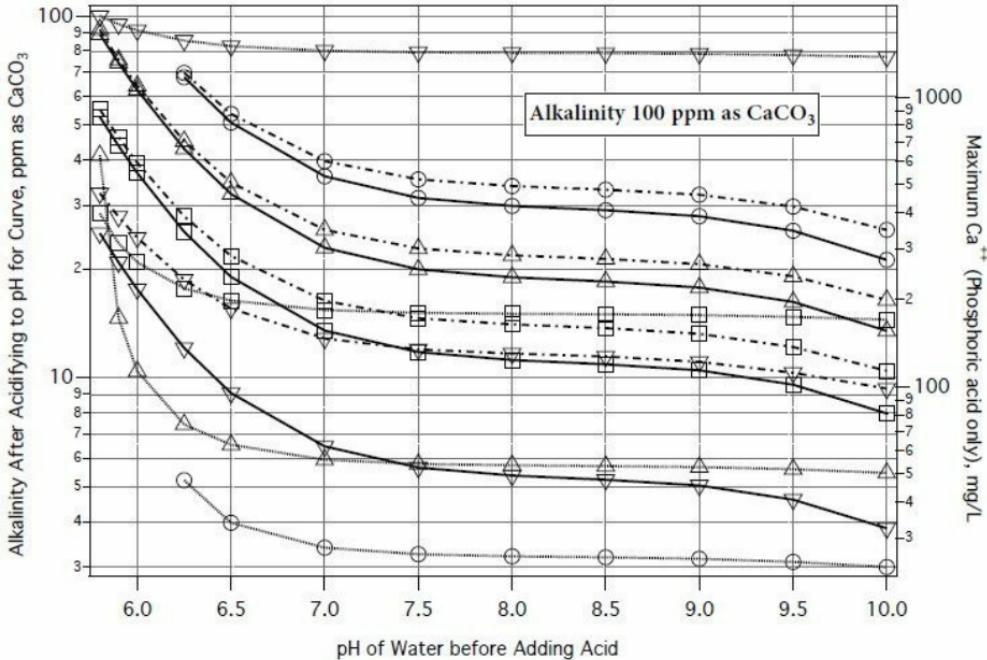


Remaining Alkalinity of Water After Acidification to pH with H_3PO_4 or H_2SO_4 and Saturating (WRT Apatite, $\text{pK}_5 = 114$) Calcium Concentration if Brought to pH with H_3PO_4

—○— Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 6.00	—○— Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 6.00	—○— Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 6.00
—△— Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.75	—△— Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.75	—△— Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.75
—□— Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.50	—□— Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.50	—□— Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.50
—▽— Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.20	—▽— Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.20	—▽— Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.20

Figura 43-restante alcalinidad y saturaciones de calcio después de la acidificación: 50 ppm de alcalinidad total como CaCO_3 .

La acidificación del agua Gráfico-100 ppm como CaCO₃

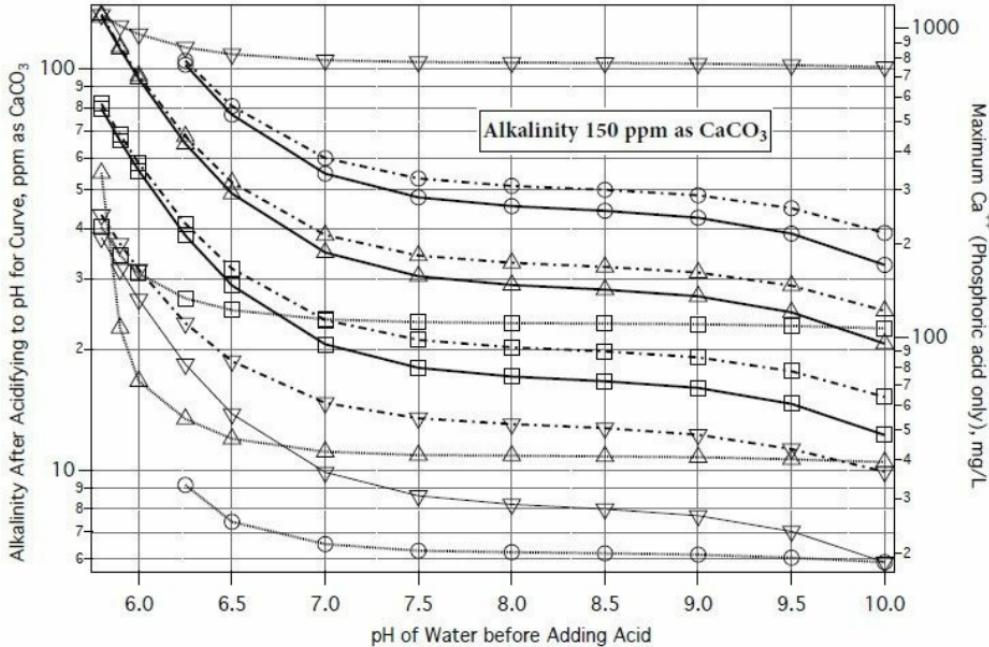


Remaining Alkalinity of Water After Acidification to pH with H_3PO_4 or H_2SO_4 and Saturating (WRT Apatite, $\text{pK}_s = 114$) Calcium Concentration if Brought to pH with H_3PO_4

- | | | |
|---|--|--|
| ○ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 6.00 | -○- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 6.00 | -○- Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 6.00 |
| △ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.75 | -△- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.75 | -△- Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.75 |
| □ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.50 | -□- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.50 | -□- Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.50 |
| ▽ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.20 | -▽- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.20 | -▽- Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.20 |

Figura 44-restante alcalinidad y saturaciones de calcio después de la acidificación: 100 ppm de alcalinidad total como CaCO_3 .

La acidificación del agua Gráfico-150 ppm como CaCO₃



Remaining Alkalinity of Water After Acidification to pH with H_3PO_4 or H_2SO_4 and Saturating (WRT Apatite, $\text{pK}_s = 114$) Calcium Concentration if Brought to pH with H_3PO_4

- | | | |
|---|--|--|
| ○ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 6.00 | -○- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 6.00 | ○ Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 6.00 |
| △ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.75 | -△- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.75 | △ Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.75 |
| □ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.50 | -□- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.50 | □ Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.50 |
| ▽ Sat. Ca^{++} ; H_3PO_4 ; pH 5.20 | -▽- Rem Alk; H_3PO_4 ; pH 5.20 | ▽ Rem Alk; H_2SO_4 ; pH 5.20 |

Figura 45-restante alcalinidad y saturaciones de calcio después de la acidificación: 150 ppm de alcalinidad total como CaCO_3 .

La acidificación del agua Gráfico-200 ppm como CaCO_3

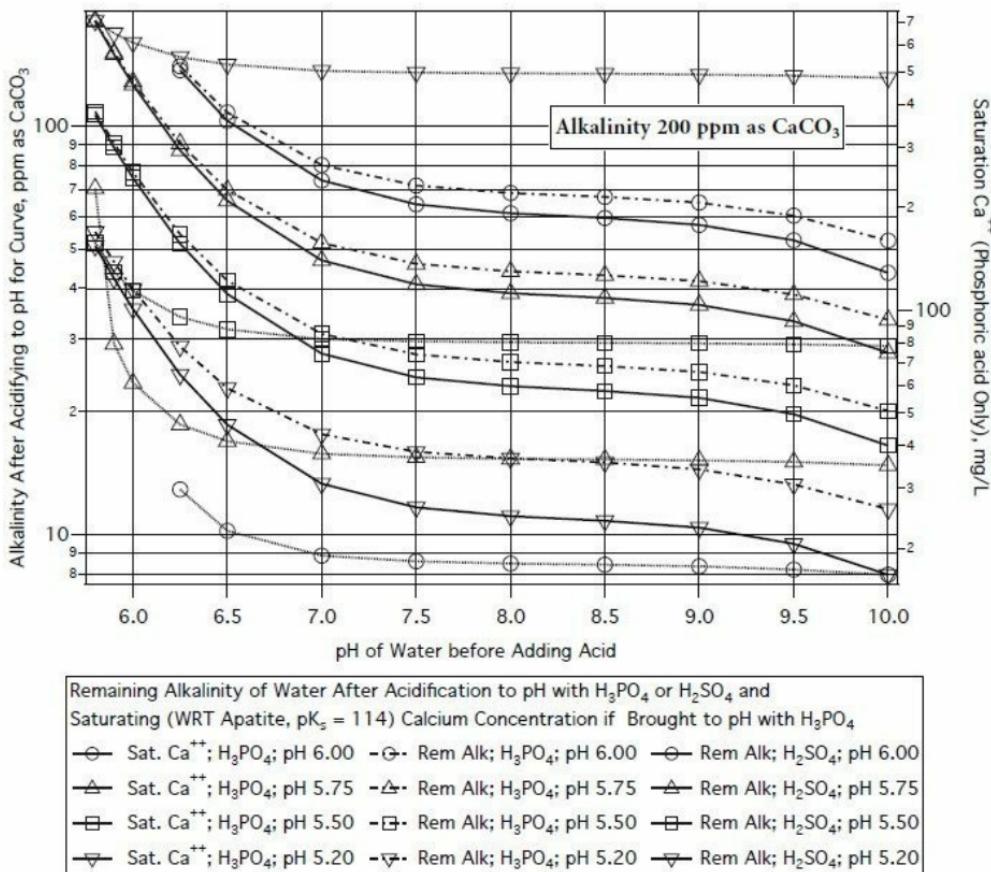
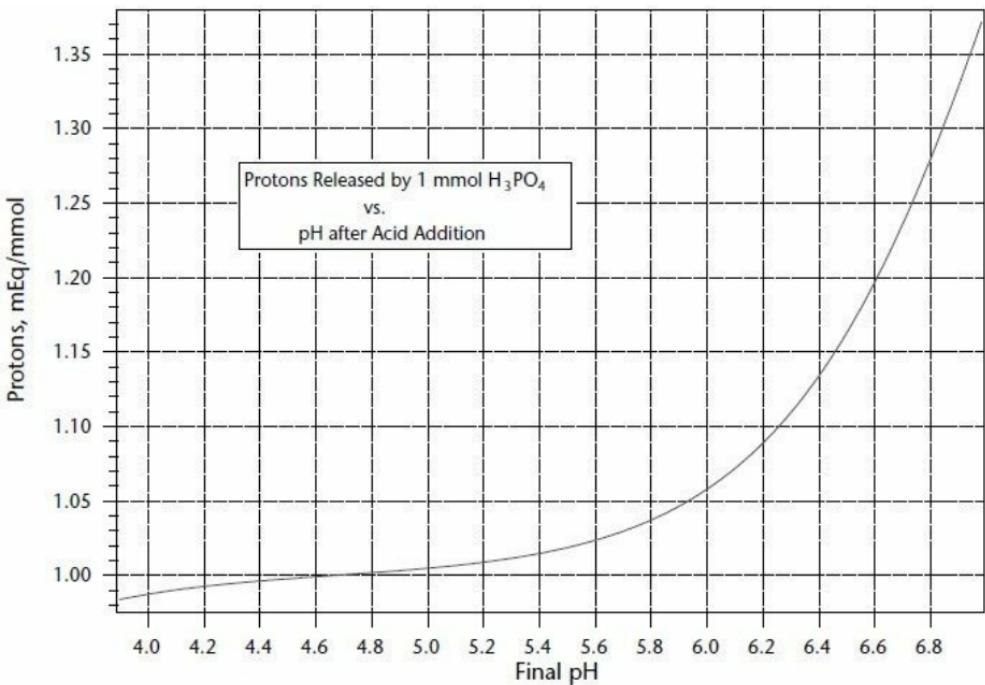


Figura 46-restante alcalinidad y saturaciones de calcio después de la acidificación: 200 ppm de alcalinidad total como CaCO_3 .



La Figura 47-mEq protonación por mmol de ácido fosfórico, como una función de la acidificación de punto final.

Iones, sal y ácido cálculos

Las concentraciones de sal

El procedimiento para el cálculo de las contribuciones de iones de añadir un peso de una sal particular al agua es muy fácil una vez que se descomponen en pasos. El primer paso es dividir el peso de la sal que va a agregar (típicamente 1 gramo) por su peso molecular para calcular la fracción de 1 mol de que la sal que va a agregar al agua. El peso molecular de la sal debe incluir el número de moléculas de agua unidas si la sal se hidrata, tales como cloruro de calcio, que tiene típicamente dos aguas ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). A continuación, se calcula la fracción en peso del catión y la fracción en peso del anión que componen el peso molecular de la sal, y se multiplica cada una de estas fracciones por la fracción molar de la adición. tal vez

sería más fácil de mostrar con un ejemplo.

Problema

Si 1 gramo de cloruro de calcio (CaCl_2) se añade a 1 galón de agua, la cantidad será que la adición aumentar la concentración de Ca^{+2} y el Cl^- iones?

Solución

Primero tenemos que calcular el peso molecular (molar) de cloruro de calcio. El recipiente de cloruro de calcio debe tener la fórmula molecular $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en él. Esta fórmula significa que la estructura molecular incluye dos moléculas de agua y el peso molecular del agua necesita ser incluido en el peso molecular de la sal. Para calcular el peso molecular de una sustancia, buscamos todos los pesos atómicos de los elementos de la tabla periódica de los elementos:

$$\text{Ca} = 40.078 \text{ Cl}$$

$$= 35.453 \text{ H} =$$

$$1,00794 \text{ O} =$$

$$15,9994$$

No necesitamos una gran precisión para esto, así que les podemos redondear

a:

$$\text{Ca} = 40 \text{ Cl} =$$

$$35,5 \text{ H} = 1 \text{ O}$$

$$= 16$$

El peso molecular total de $\text{CaCl}_2 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ es: $40 + (2 \times 35,5) + 2 \times ((2 \times 1) 16) = 147$ gramos / mol

El siguiente paso es calcular la fracción molar de calcio y cloruro en el compuesto.

La fracción molar de calcio en $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ es:

$$40 \div 147 = 0,272$$

La fracción molar de cloruro en $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ es:

$$(2 \times 35,5) \div 147 = 0,483$$

El resto del peso molecular es el agua. Una vez que conocemos las fracciones molares, podemos determinar

el peso de cada contribución de iones. Así pues, si 1 gramo de cloruro de calcio se disuelve en 1 litro de agua, se puede decir que la fracción en peso de calcio es 1 gramo x

$$0,272 = 0,272 \text{ gramos o } 272 \text{ miligramos (mg) de Ca}^{+2}$$

Del mismo modo, para el cloruro, 1 gramo x 0,483 = 483 miligramos

Cl- 1.

Pero ¿cómo llegar desde miligramos a la concentración? Aquí es donde el sistema métrico facilita las cosas: 1 litro de agua pesa 1 kilogramo de acuerdo con la definición original de un kilogramo de 1799 (a la temperatura de referencia de 4 ° C). El peso oficial de hoy es un poquito diferente, pero es insignificante para nuestros propósitos.

Por lo tanto, 1 gramo se disolvió en 1 litro de agua es lo mismo que decir 1 gramo se disolvió en 1.000 gramos de agua. Volviendo a la fracción en peso de calcio, 1 gramo de cloruro de calcio contiene 272 mg de calcio, que si se disuelven en un litro de agua, sería igual a 272 mg / L o 272 ppm.

mg / litro es la misma que ppm, porque $1 \times 10^{-3} \text{ g} / 1 \times 10^3 \text{ g} = 1 \times 10^{-6}$ o parte por millón.

Por lo tanto 1 gramo de cloruro de calcio disuelto en 1 litro de agua equivale a:

272 ppm de Ca + 2 y 483 ppm de Cl- 1

Volviendo al problema original (1 gramo de cloruro de calcio disuelto en 1 galón de agua), esto se convierte en una cuestión de simplemente dividiendo esa concentración por el volumen extra.

1 galón de agua = 3,785 litros, así que en vez de ser 272 mg / 1 litro, la concentración se convierte en 272 mg / 3.785 litros, o:

$272 \div 3.785 = 71,8 \text{ ppm de Ca en un galón de agua}$

$483 \div 3.785 = 127,6 \text{ ppm Cl en un galón de agua}$

Se trata de cómo se calculan las contribuciones de sal.

Intercambio de cloruro de calcio para yeso

Problema

Supongamos que ha construido una receta agua usando agua destilada y se desee cambiar la relación de sulfato a cloruro de sin cambiar la concentración total de calcio en el agua. La receta actual del agua es de 200 gramos de yeso y 100 gramos de cloruro de calcio en 300 galones de agua. Esto da a las concentraciones de iones de:

65 ppm Ca 98

ppm SO₄

42 ppm Cl

-Sulfato-a cloruro de ratio = 2,3: 1

Sin necesidad de utilizar una hoja de cálculo, ¿cómo se calcula una nueva relación de sulfato a cloruro de 1: 1?

Solución

En primer lugar, ir a [Tabla 17](#) en [Capítulo 7](#) para las concentraciones de iones presentadas en ppm de sulfato de calcio y cloruro de calcio.

En 1 gramo por galón, sulfato de calcio da 61,5 ppm Ca y 147,4 ppm SO₄₋₂.

En 1 gramo por cloruro de calcio galón da 72,0 ppm Ca y 127,4 ppm Cl⁻¹.

La solución a este problema es un caso de 2 ecuaciones y 2

incógnitas. Las incógnitas son los pesos gramo de sulfato de calcio (X) y cloruro de calcio (Y) tal que:

a) las concentraciones de aniones de ambas sales son iguales.

b) la adición de estas concentraciones de sal tendrá una concentración total de Ca de 65 ppm.

Para la primera ecuación, sabemos que el peso en gramos de sulfato de calcio (X) multiplicado por su contribución anión es igual al peso en gramos de cloruro de calcio (Y) multiplicada por su contribución anión, es decir, la concentración de sulfato es igual a la concentración de cloruro.

$$147.4X = 127.4Y$$

Resolviendo para Y, esta ecuación se simplifica a:

$$Y = 147.4X \div 127.4 = 1.16X$$

Para la segunda ecuación, sabemos que las contribuciones de calcio de estos mismos pesos gram debe ser igual a un total de 65 ppm Ca. El aporte de calcio de calcio

sulfato es 61,5 ppm y la contribución de calcio de cloruro de calcio es de 72 ppm, por tanto:

$$61.5X + 72y = 65$$

sustituyendo para Y nos da, $61.5X + 72(1.16X) = 65$

$$61.5X + 83.5X = 145X = 65$$

$X = 0,448$ gramos por galón de sulfato de calcio

enchufar X de nuevo en nuestra ecuación para $Y = 1.16X$

$Y = 0,520$ gramos por galón de cloruro de calcio

Multiplicando estos pesos por los 300 galones de agua a tratar da la composición:

65 ppm Ca 66

ppm SO₄

66 ppm Cl⁻

El cálculo es exactamente el mismo cuando se utiliza gramos por litro y litros.

La dilución de ácidos fuertes

Problema

¿Cómo se calcula la cantidad de ácido que es igual a X número de miliequivalentes?

Solución

En realidad, hay dos problemas aquí: 1. (la pregunta básica anterior), y 2.

¿Cómo se hace una solución de menor concentración que es más fácil de medir y más seguro de manejar?

La respuesta parcial a la primera pregunta es para crear una solución 1 Normal (N) del ácido. La definición de una solución 1 N es que 1 litro contiene 1 equivalente del soluto (el ácido), y por lo tanto 1 mililitro contiene 1 miliequivalente. Así que si usted necesita, por ejemplo, 1,8 mEq por litro para acidificar

1,135.5 litros (300 gal) de licor caliente, $1,8 \times 1135.5 = 2,044$ mililitros de esta solución de ácido 1 N.

El siguiente problema es, ¿cómo se crea una solución 1 N de una concentración más alta de ácido comercial?

Creación de una solución 1 N de ácido clorhídrico

Vamos a empezar con ácido clorhídrico, que se vende normalmente a una concentración de 37%. La primera cosa a entender es

que este es un porcentaje en peso, no un porcentaje de volumen. Acids siempre son vendidos por ciento en peso.

Para resolver estos problemas, es necesario conocer el peso molecular, la densidad, y la concentración del ácido (w / w%). Estos valores se enumeran en [Tabla 27](#) .

Tabla 27-Acid Acid Parámetros

	Mole Peso (g / mol)	Densidad (g / ml)	Concentración (W / w%)	Equivalentes por mol
Clorhídrico	36.45	1.18	37%	1
Sulfúrico	98.08	1.84	98%	2
Láctico	90.08	1.209	88%	1
Fosfórico	98.0	1.69	85%	~ 1 *

* Los equivalentes por mol de ácido fosfórico varían; ver [Figura 47 en apéndice B.](#)

El primer paso es resolver para las concentraciones molares de estas soluciones estándar, y luego convertir esas moles / litro concentraciones de equivalentes / litro utilizando el número de equivalentes por mol.

Multiplicando la densidad de 1000 nos da el peso en gramos de una solución de 1 litro.

Multiplicando que peso de la solución por el porcentaje en peso de concentración nos da el peso de soluto (gramos de ácido) en el 1 litro de solución. Dividiendo el peso de soluto por el peso molar del ácido nos da los moles por litro, que se llama la molaridad (M).

$$\text{Densidad} \times 1,000 \times \% \text{ en peso} \div \text{Mole.} = M \text{ (moles por litro)}$$

Para 37% de ácido clorhídrico, esto funciona a:

$$1,18 \times 1,000 \times 0,37 \div 36,45 = 11.978 \text{ o } 12,0 \text{ M}$$

El ácido clorhídrico tiene 1 equivalente por mol, por lo que 12 M = 12 N. En el caso del ácido sulfúrico, una solución 12 M sería una solución 24 N, ya que tiene 2 equivalentes por mol. Para calcular el volumen en mililitros de esta solución 12 N de usar para crear una solución 1 N, dividir 1 litro (es decir,

1.000 ml) por el número de equivalentes en la solución concentrada.

Se necesitan $1.000 \text{ ml} \div \text{ácido clorhídrico 12 N} = 83,3 \text{ ml}$ de 37% para crear una solución 1 N.

Pero lo que si usted compró una solución al 10% en lugar del 37%?

El mismo cálculo se aplica-sólo tiene que conocer la densidad. Si no aparece en la etiqueta, se puede estimar por las proporciones, pero recuerde que debe restar el 1 de la densidad como lo haría cuando se trabaja con gravedad específica (que es lo mismo),

por ejemplo, $10\% / 37\% = x / 0,18$

$X = 0,0486$ y por lo tanto la densidad de una solución al 10% de ácido clorhídrico es de aproximadamente 1.0486. De acuerdo con fuentes de Internet, el valor real está más cerca de 1.0474, por lo que el valor estimado está cerca.

Estos mismos cálculos funcionan para cualquier ácido fuerte que protona completamente. Para ácidos débiles como fosfórico, un cálculo adicional es necesaria para determinar el número de equivalentes por mol como una función del pH, y que es donde [Figura 47 de apéndice B](#) viene en.

¡PRECAUCIÓN!

Siempre “Haz lo que deberías, agrega a los ácidos

agua."

No intente verter agua en un ácido fuerte, lo hará

reaccionar con violencia y salpicaduras! Las diluciones de ácidos concentrados deben hacerse lentamente y con cuidado por personal capacitado. La dilución de ácidos típicamente libera calor y la solución puede calentarse mientras se vierte. El método preferido es verter el ácido concentrado en un vaso de precipitados lleno de agua que se sienta en un baño de hielo.

La neutralización de la alcalinidad con ácidos fuertes

Problema

El agua de infusión contiene 150 ppm de alcalinidad como CaCO_3 . ¿Cuánto ácido Cómo añadimos a reducir esta alcalinidad de 50 ppm como CaCO_3 ?

Solución

El primer paso es convertir la alcalinidad de ppm como CaCO_3 a mEq / L, dividiendo por el peso equivalente de CaCO_3 (50). El problema entonces es, la cantidad de ácido

que se necesita para reducir la alcalinidad de 3 mEq a 1 mEq de alcalinidad? La respuesta es simplemente $3-1 = 2$ mEq de ácido. Si tenemos una solución 1 N de ácido preparado como en el problema anterior, a continuación, sólo se necesitaría 2 mililitros de la solución 1 N (por litro).

Nota: Este es un tipo completamente diferente de problema

que los ejemplos presentados en la acidificación

apéndice B . Allí, la pregunta era, ¿cuánto queda de alcalinidad

por la acidificación del pH 1 a pH 2? Aquí no se conoce el pH inicial

final, y sólo están estimando la cantidad de ácido para neutralizar

una cantidad particular de alcalinidad. También estamos

suponiendo que todo el ácido reacciona con la alcalinidad, es

decir, que no hay otras reacciones se llevan a cabo y no hay otras

sustancias están presentes que podrían reaccionar con el ácido.

Se trata de un conjunto diferente de supuestos.

Problema

Suponiendo que la reacción es $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Ca} + 2\text{Cl}$

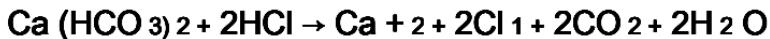
+ $2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, se necesita la cantidad de ácido para reducir la alcalinidad en un

50%, suponiendo que el informe de la prueba de agua

establece la alcalinidad inicial es 100 ppm HCO₃₋₁?

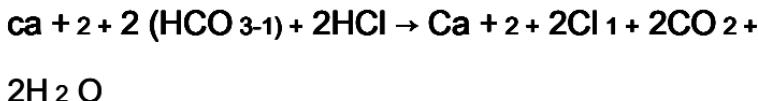
Solución

La ecuación estequiométrica:



es equilibrada, lo que significa que existe el mismo número de elementos en ambos lados.

Sin embargo, la ecuación puede escribirse así:



lo que nos da una mejor vista de un bit esencial: que no se necesita 2 moles de ácido clorhídrico para reducir 1 mol de bicarbonato de calcio; más bien, se tarda 2 moles de ácido clorhídrico para reducir 2 moles de bicarbonato, o esencialmente 1 para 1.

Nota: dos moles de ácido clorhídrico para 1 mol de bicarbonato de calcio es técnicamente correcto, pero cuando bicarbonato de calcio se disuelve en el agua como dureza temporal, el calcio

deja la ecuación, nosotros dejando sólo la reacción de reducción de iones bicarbonato.

Para reducir la concentración de bicarbonato de 50 ppm, convertirlo a mEq / L dividiendo por el peso equivalente de bicarbonato (61), $50/61 = 0,82 \text{ mEq / L}$

Por lo tanto, se necesitan 0,82 miliequivalentes de ácido por litro, y el volumen de ácido se pueden calcular como se indica anteriormente.

Equilibrio de carga de agua y carbonato de Especies Distribución

Puede ser difícil de entender las diferencias entre los informes de agua. Lo hace a uno más fiable que otro, o más representativo? En cierta medida, que depende de sus objetivos, ¿quiere ver las concentraciones medias de varias áreas alrededor de la región, o de diferentes tiempos durante todo el año, o quieras una instantánea de una fuente específica y el tiempo? Si desea basar su decisión en los promedios, a continuación, una diferencia de 3 miliequivalentes en el balance de carga eléctrica-catión a anión no puede ser un problema. Si desea replicar un agua específico para una cerveza específica, entonces la verificación de que los saldos informe sobre el agua es un cheque de buena calidad.

¿Qué entendemos por equilibrio? Estamos hablando de las cargas eléctricas de los iones en el agua. El agua es eléctricamente neutro, lo que significa que normalmente no contiene una carga eléctrica. La suma de las cargas eléctricas negativas de los aniones debe ser igual a la suma de las cargas eléctricas positivas de los cationes. Sin embargo, algunos iones tienen diferentes valores de carga tales como: 2 para los iones de calcio ($\text{Ca} + 2$), + 1 para los iones de sodio ($\text{Na} + 1$),

o -3 para

iones fosfato (PO_4-3). La diferencia de carga entre varios iones se obtiene dividiendo el peso molecular de cada compuesto por el número de cargas. Este valor se denomina el peso equivalente. La división de la concentración (en mg / L o ppm) de un ion por su peso equivalente nos da las miliequivalentes por litro (mEq / L) de la sustancia. Resumiendo los totales mEq / L tanto para los iones positivos y negativos en la solución es cómo determinamos si el agua es eléctricamente equilibrado o no.

Vamos a revisar el ejemplo de [Capítulo 7](#) . En eso

ejemplo, los cationes y aniones miliequivalentes para los perfiles de agua en [Tabla 15](#) (Pág. 141) se sumaron y se compara con ver que eran iguales. En el primer caso para la

agua Dortmund, no lo eran.

Resumiendo el catión mEq / L dio $11,25 + 3,3 + 2,6 =$

17.2

Resumiendo el anión mEq / L dio $2,95 + 1,7 + 2,5 =$

7.1

El equilibrio iónico es bastante separadas y por lo tanto las concentraciones de iones dadas no son probablemente representante de la real de agua, aunque pueden estar cerca. El segundo perfil,

de [Tabla 16](#) , Es muy similar, pero difiere notablemente en el equilibrio de cargas. La principal diferencia entre los dos perfiles es los niveles de aniones. El perfil de Dortmund [Capítulo 7](#) , [Tabla 15](#) , Convertido a [miliequivalentes por litro](#):

Perfil Agua Dortmund Tabla 15

ca + 2 mg + 2 HCO ₃ -	Na + 1 cl-	ASÍ QUE 4Suma (+) suma (-)
1	1	2
mg / L 225 40	180	60 60 120
mEq / L 11.25 3.3	2.95	2,6 1,7 2,5
		17.2
		7.1

El siguiente es otro perfil de Dortmund, a partir

Capítulo 7 , Tabla 16 .

Perfil Agua Dortmund Tabla 16

ca + 2 mg + 2 HCO 3-1 Na + 1 cl- 1 ASI QUE 4-2 Suma (+) suma (-)

mg / L	230	15	235	40	130	330
--------	-----	----	-----	----	-----	-----

mEq / L	11,5	1,2	3,8	1,7	3,7	6,9	14,5	14,4
---------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------

Supongamos por el bien del argumento de que el perfil de [Tabla 15](#) tiene

un pH [del agua de 7](#). En cuanto a [Tabla 28](#)

(. P 277), la distribución de carbonato a pH 7 muestra que el bicarbonato (HCO 3-1) representa aproximadamente el 80% de la alcalinidad total y carbonato (CO 3-2) hace que el otro 20%. Por lo tanto, si nos presentaron este perfil desequilibrado con la corriente 180 ppm (2,95 mEq / L) de bicarbonato, podemos calcular que la alcalinidad total es en realidad $2,95 / 80\% =$

3,69 mEq / l. Por supuesto, 3,69 mEq no llenan el vacío desequilibrio en este caso particular. Sin embargo, el punto es que el efecto del pH del agua en la distribución de especies de carbonato puede resultar en subcontar los miliequivalentes totales de anión si se da sólo la concentración de bicarbonato en lugar de la alcalinidad total.

Otra posible fuente de la discrepancia en el

Tabla 15 perfil puede ser si la dureza de calcio y magnesio, donde en realidad informó "como CaCO₃." Pueden haber sido transcrita incorrectamente como simplemente Ca ppm, en lugar de dureza de calcio como CaCO₃. Si ese fuera el caso, entonces dividiendo por el peso equivalente de carbonato de calcio, en lugar de las de calcio y magnesio, nos da 4,5 y 0,8 mEq / L, respectivamente, y las sumas se convierten en miliequivalentes 7,9 y 7,1, lo que mejora el equilibrio.

Perfil Agua Dortmund Tabla 15

	ca + 2 * mg + 2 * HCO ₃ -	Na + 1 cl-	ASI QUE 4-	Suma	Suma (-)
	1	1	2	(+))
mg / L	225	40	180	60 60	120
mEq / L	4,5	0,8	2,95 2,6 1,7 2,5	7,9	7,1

* La dureza como CaCO₃

Si nos vamos a especular que el pH del agua fue de 7,4 en el momento de la medición, a continuación, por Tabla 28 , La alcalinidad total sería realmente 3,24 mEq / L, y la suma de aniones sería 7,4, que está más cerca aún. Este ejercicio fue

pura especulación, pero sirve para ilustrar que los errores potenciales en los informes de agua pueden provenir.

Perfil Agua Dortmund Tabla 15

	ca + 2 * mg + 2 * HCO 3-		Na + 1 cl-	ASI QUE 4	Suma	Suma	Suma
	1		1	2	(+)	(-)	(-)
mg / L	225	40	180	60 60 120	7,4		
mEq / L	4,5	0,8	2,95 2,6	1,7 2,5		7,9	7,4

* La dureza como CaCO_3

Los errores durante las pruebas de laboratorio o informes pueden ser una fuente de agua informe desequilibrio. Sin embargo, una informe sobre el agua desequilibrada no significa necesariamente que cualquiera o todos los totales de iones reportados son incorrectos. Una fuente de error puede ser que el agua contiene otros iones que no fueron probados o reportados. concentraciones significativas de iones normalmente menores, tales como hierro, potasio, nitrato, nitrito, o silicato pueden sesgar fácilmente el equilibrio si no está incluido en el protocolo de ensayo. Un informe sobre el agua que incluye estos iones menores es más probable que equilibrar. Como mínimo, un informe sobre el agua debe incluir los principales iones observados en las tablas anteriores. Un informe sobre el agua que tiene un catión

a-anión equilibrio dentro de 1 mEq / L se considera adecuada.

Equilibrio de dentro de 0,1 mEq / L se considera bastante aceptable. No se necesita mucho de un cambio en la concentración entre los iones para crear un 0,5 mEq / diferencia-a L cambio de 5-10 ppm en un par de los iones lo hará.

Tabla 28-Porcentaje de carbonato de especies como una función del pH (de la Figura 13; P 66)

pH Carbonato% de bicarbonato% ácido carbónico%

4	0	0.42	99.58
4.2	0	0.66	99.34
4.4	0	1.04	98.96
4.6	0	1.63	98.37
4.8	0	2.56	97.44
5.0	0	4.00	96.00
5.2	0	6.20	93.80
5.4	0	9.48	90.52
5.6	0	14.23	85.77
5.8	0	20.83	79.17
6.0	0	29.42	70.58
6.2	0	39.78	60.21

6.4	0	51.15	48.85
6.6	0	62.39	37.6
6.8	0	72.44	27.54
7.0	0	80.63	19.34
7.2	0	86.80	13.14
7.4	0.1	91.20	8.71
7.6	0.16	94.17	5.67
7.8	0.25	96.09	3.65
8.0	0.41	97.26	2.33
8.2	0.65	97.87	1.48
8.4	1.03	98.04	0.94
8.6	1.62	97.79	0.59
8.8	2.55	97.08	0.37
9.0	3.99	95.78	0.23

Índice

UN | segundo | do | re | EF | GRAMO

| MARIDO | yo | JK | L | METRO

| norte | OP | Q | R | S | TU | V

| W | Y | Z | — | — | — | —

— | — | — | — | — | — | —

Ácido acético, 81, 83 ; _____

descrito, 117-118 ; malta, de
color y, 79 (tabla) _____

Acetobacter, 117, 118 _____

acetógenos, 230 _____

Ácido, xxi, 4, 18, 72, 75-76, 128, 186, 206, 233, 267, 270 ;
añadiendo, 71, 85, 102, 112, 113, 162, 168, 250-252 ; compra, 114 ; tiza
y, 129 ; de diluido, 113, 270 ; dispensación, 223 ; pH puré de patatas y, 162 ;
mineral, 60, 114-116 ; orgánico, 21, 60, 116-118, 120 ; percepciones
agregadas por, 120 ; la preparación de 1 soluciones normales de, 112
(tabla) ; la reducción de la alcalinidad con, 111-118, 120 ; con la
seguridad, 113 ; débiles, 184

pares ácido / base, [234](#), [249](#) _____

parámetros de ácido, [268](#) ([tabla](#)) _____

La lluvia ácida, pH de, [19](#) _____

resto ácido, [146](#) _____

Acidificación, [6](#), [19](#), [120](#)-[124](#), [155](#), [166](#), [168](#), [249](#), [250](#), _____

[254](#), [256](#), [270](#); alcalinidad y, [165](#), [257](#) ([fig.](#)), [258](#) ([fig.](#)), [259](#)

([fig.](#)), _____

[260](#) ([fig.](#)); calcio y, [257](#) ([fig.](#)), [258](#) ([fig.](#)), [259](#) ([fig.](#)), [260](#)

[\(higo.\)](#); sales

y, [121](#); burbujeo, [162](#)

Acidez, [19](#), [82](#), [83](#), [85](#), [88](#), [97](#), [103](#), [130](#), [157](#), [169](#), [234](#); _____

alcalinidad y, [98](#); a [base](#) de

Maillard, [78](#); malta, [76](#), [84](#), [88](#), [94](#), [163](#)

; natural, [68](#), [72](#), [128](#); _____

neutralizante, [132](#); volver a

calcular, [89](#); titulada, [92](#)

Carbón activado, [21](#), [25](#), [26](#), [193](#), [196](#)-[199](#), [222](#) _____

agua ajustado, 164 , 166 , 171 _____

Aireación, 25 , 61 , 109 , 228 _____

La digestión aeróbica, 24 , 226 , 229 ; _____

foto de, 228 _____

tratamiento aeróbico, 118 , 226 , 228 , 229 _____

normas estéticas, 45-50 _____

Álcali, 234 _____

Alcalino, 126 , 185 _____

Alcalinidad, 2 , 5-6 , 17 , 18 , 20 , 21 , 23 , 24 , 52-55 , 60 , 66 , _____

67 , 69 , 75 , 92 , 97 , 142 , 145 , 147 , 155 , 166 , 167 , _____

173 , 186 , 188 , 190 , 194 , 212 , 218 , 226 , 234 ; acidificación y

, 88-89 , 98 , 165 , 257 (fig.) , _____ — — — — —

258 (fig.) , 259 (fig.) , 260 (fig.) ; añadiendo, 124-130

, 132-135 , 174 ; calcio y, 6 ; calculador, 152 ; cambios

en, 117 ; combinación de, 154 ; concentraciones, dieciséis

; controlador, 6 , 103 , 150 ; CONNECTICUT, 132 ;

determinando, 93-95 ; equivalente de, 113 ; hallazgo, 252 ; alto, 105 , 168 ; creciente, 6 , 125 , 136 (tabla) , 164 , 170 ; frente a la dureza de Kolbach, 69 (fig.) ; niveles de, 70 ; bajo, 3 ;

neutralizante, [252](#) , [270-271](#) ; la reducción, [102](#) , [103-110](#) , [108](#) (tabla) , [111-118](#) , [119](#) _____
(mesa) , [120](#) , [124](#) , [162](#) , [185](#) , [250](#) , [252](#) , [270](#) ; agua, [3](#) , [60](#) .
93

Aluminio, 41, 109

El sulfato de aluminio, 25

cervezas de color ámbar, 145, 156, 157, 175

American Book práctico de la elaboración de la cerveza, malta, y

Operaciones auxiliares (Wahl y Henius), 2, 7, 140

American Pale Ale, 156, 160, 169;

fabricación de cerveza, 161-166

Sociedad Americana de Químicos de cervecería (ASBC), 71, 77,

aminas, [211](#), [234](#)

Amoníaco, [26](#), [27](#), [109](#), [193](#), [195](#), [226](#)

Amonio, [19](#), [194](#)

Digestión anaeróbica, [226](#), [230](#); [_____](#)

foto de, [231](#)

sistemas anaerobios, [117](#), [228](#), [230](#)

aniones, [142](#), [147](#), [182](#), [183](#), [185-186](#), [247](#), [252](#), [256](#), [263](#), [_____](#)
[266](#):

cationes y, [273](#), [276](#); [_____](#)

disuelto, [31](#), [188](#); [la](#)

eliminación, [186](#); sumadora, [143](#)
, [274](#)

Apatito, [129](#), [130](#), [134](#), [135](#); [_____](#)

ecuación, [133](#); hidroxilo, [67](#), [71](#), [75](#), [148](#), [151](#), [253](#), [255](#)

; precipitación, [75](#), [253](#); protones liberados de, [131](#)
(fig.); solubilidad de, [116](#)

El agua aplicada y Spentwater Química (Jackson), [xv](#)

acuíferos, dieciséis, [21](#), [22](#), [23-24](#)

Aroma, [5](#);

salto, [148](#) , [150](#) _____

ASBC Congreso Mash, [84](#) _____

ASBC. Ver [Sociedad Americana de Químicos de elaboración de la cerveza](#)

Ceniza, [120](#) , [122](#) _____

Átomo, [234](#) _____

Masa atomica, [52](#) , [234-235](#) _____

Número atómico, [235](#) _____

Peso atomico, [235](#) , [264](#) _____

Compensación automática de temperatura (ATC), la nota sobre,
[86](#)

constante de Avogadro, [52](#) , [235](#) _____

segundo Las bacterias, 23 , 25 , 26 , sesenta y cinco , 191 , 199 , 204 , 218 , 224 , 225

228 ;

anaeróbica, 230 ; filtrando, 24

; ácido láctico, 76 ;

coliformes totales, 39-40

Bamforth, Charles, 59 , 154 , 155

Bario, estándares para, 35-36

bases, 18 , 85 , 114 , 235

BeerSmith, 168

BeerTools, 168

Bicarbonato, 19 , 33 , 63 , 67 , 82 , 102 , 105 , 111 , 124 , 130 ,

134 , 142 , 145 , 147 , 171 , 185 , 249 ; añadiendo, 125 , 126 , 174 ;

calcio y, sesenta y cinco , 146 , 271 ; concentración de, 53 , 64 , 71 , 104 , 106 , 107 , 108 ; equilibrio, 57 ; la eliminación, 106 ; utilizando, 152

—

—

—

iones bicarbonato, xx , 53 , 104 , 105 , 129

Biergesetz, 146 _____

Biersteuergesetz, 116 _____

biocida, 208 , 235 _____

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), 217 , 219 , 220 , 226 , _____
228 , 230 , 235 _____

biomasa, 228 , 229 , 232 _____

Amargura, xx , 68 , 69 , 122 , 127 , 156 , 168 _____

cuadro negro, perfiles de las aguas y, 177 _____

purga, 210 , 212 _____

DBO. Ver [Demanda biológica de oxígeno](#) _____

Bohemia Pils, xvii , xviii , 156 _____

Caldera, 186 , 209-212 ; _____

foto de, 10 , 210 _____

agua de la caldera, 209-212 , 213 ; _____

aditivos para, 212 ; [composicion](#)

de, 210 , 211 ; pH de, 212 ; _____

requisitos para, 212 ; _____

tratamiento de, 9 , 212 _____

Hirviendo, 7 , 17 , 104-108 , 147 ; _____

alcalinidad y, 108 (tabla) ; _____

dureza y, [108 \(tabla\)](#) , [146](#) ; de alta

gravedad, [11](#) —

El boro, las normas para, [45](#) —

Líneas de embotellado, foto de, [213](#) —

Fabricación de [cerveza](#), [1](#) , [140](#) , [147](#) , [204](#) ;

condiciones, [166](#) ; de alta gravedad, [10](#)

, [214](#) , [215](#) ; Gran escala, [7](#) ; proceso, [4](#) ,

[5](#) , [58](#) —

— — —

Elaboración de la cerveza licor, [104](#) , [121](#) , [203](#) , [208](#)

Fuente elaboración de la cerveza, agua guías [35](#) —

Elaboración de la cerveza agua, [xv](#) , [xvii](#) , [xxi](#) , [2](#) , [3](#) , [114](#) , [125](#) , [177](#) , [204](#) ;

acidificación de, [124](#) , [250](#) ; edificio /

desde cero, [150-152](#) ; carácter de, [22](#) ;

química y, [XIX-XX](#) ; pH de, [97](#) ;

tratamiento, [7-13](#) ; el tratamiento, [120](#) , [139-140](#)

—

—

— — —

Brewing Agua-general (Delange), [69](#) —

Briess malteado y Ingredientes Compañía, [79](#) , [88](#) — — —

los residuos de salmuera, [183](#) , [190](#)

Bromato, estándares para, [36](#) _____

Bromuro, estándares para, [36](#) _____

Bruery, The: foto de, [8](#) _____

Bru'n agua, [168](#) _____

Brungard, Martin, [133](#) , [168](#) ; _____

por perfiles, [143](#) , [143-144](#) (tabla) _____

Capacidad de buffering, [57](#) , [82](#) , [83](#) , [84](#) , [86](#) , [88](#) , [89](#) , [92](#) , [93](#) , [97](#) , _____

[102](#) , [236](#) , [250](#) ; cambiar

en, [89](#) (fig.) ; parcelas de, [91](#)

(fig.) _____

tampones, [18](#) , [57](#) , [236](#) _____

Por encima de Burton Marl / Burton continuación Marl, [145](#) _____

Burton-Upon-Trent, [2](#) , [24](#) , [143](#) , [144](#) , [148](#) _____

Burtonization, [2](#) , [143](#) , [236](#) _____

do Cadmio, 19 ;

normas para, 36

Calcio, 3, 19, 22, 32, 33, 53, 55, sesenta y cinco, 67, 69, 71, 102, 104, 105, 123, 132, 145, 147, 150, 162, 172, 175, 185 ;

acidificación y, 257 (fig.), 258 (fig.), 259 (fig.), 260

(higo.) ; añadiendo, 68, 107, 133, 151, 254 ; alcalinidad y, 6 ;

combinación de, 154 ; concentración de, 96, 98, 106, 107, 108, 128, 171 ,

215, 265 ; contenido, 11, 215 ; fermentación y, 166 ;

dureza, 54, 275 ; aumentar en, 121, 169 ; niveles de, 121

(tabla), 124, 163, 253, 255, 256 ; fosfato de malta y, 131 (fig.) ;

pH puré de patatas y, 148 ; máximo, 163 ;

fracción molar de, [264](#) ; precipitación de, [116](#) , [124](#) , [256](#)
; AR y, [160-161](#) , [176](#) ; la eliminación, [106](#) , [167](#) , [184](#) , [212](#)
, [253-254](#) ; normas para, [45-46](#)

Carbonato de calcio, [22](#) , [23](#) , [25](#) , [29](#) , [31](#) , [52](#) , [104](#) , [105](#) , [106](#) ,
[107](#) , [109](#) , [110](#) , [116](#) , [128](#) , [129](#) , [130](#) , [132](#) , [133](#) , [134n](#) ,
[143](#) , [151](#) , [160](#) , [171](#) , [185](#) , [275](#) ;
alcalinidad, [270](#) ; disolución, [61](#) ;

equilibrio diagrama de solubilidad para, [61 \(fig.\)](#) ; dureza, [54](#)

;

sobre-saturación de, [145](#) ; pH

y, [94](#) ;

protones absorber por, [132 \(fig.\)](#) ; solubilidad

de, sesenta y cinco, [145](#)

Cloruro de calcio, [xx](#) , [3](#) , [31](#) , [106](#) , [122](#) , [123](#) , [147](#) , [171](#) , [175](#) ,
[176](#) ; añadiendo, [xxi](#) , [107](#) ; yeso y, [265-267](#)
; contribuciones de iones de, [151](#) ;

peso de, 167, 263-364

Hidróxido de calcio, sesenta y cinco, 108, 134n, 170-171, 184; _____

añadiendo, 133-135; Delta RA de, 133;

protones absorber por, 132 (fig.) ;

método Z RA y, 171-172 _____

El hipoclorito de calcio, 192 _____

Los iones de calcio, 8, 9, sesenta y cinco, 105, 273

Oxalato de calcio, 11, 215 _____

Óxido de calcio, 109 _____

Fosfato de calcio, 78, 81, 116; _____

precipitación de, 66-67, 124 _____

Sulfato de calcio, 15, 29, 31, 62, sesenta y cinco, 106, 151, 164, 254, _____

266, 267; añadiendo, 107

, 162 _____

Campden comprimidos, 194

Carbón, 52, 190, 198;

total, 218. Ver también Carbón activado

Dióxido de carbono, 23, 30, 64, 67, 105, 108, 111, 112, 129, _____

130, 145, 151;

acuoso, 63, 104;

burbujeante, [126](#) ; tiza y, [128](#) ; concentración de, [19](#) ;

disuelto, [20](#) , [60](#) , [61](#) , [62](#) , [sesenta y cinco](#) , [207](#) ; equilibrio

diagrama de solubilidad para, [61 \(fig.\)](#) ; generar, [225](#) ;

presión parcial de, [128](#) ; la eliminación, [104](#) , [106](#) ;

super-saturada, [61](#) ; disuelto total, [62](#)

Carbonato, [22](#) , [63](#) , [sesenta y cinco](#) , [104](#) , [106](#) , [108](#) , [111](#) , [125](#) , [128](#) , [134](#) ,
[147](#) , [170](#) , [210](#) , [211](#) ;

añadiendo, [126](#) ; alcalino, [3](#) ;

concentración de, [60](#) ; disuelto, [60](#) , [66](#) ,
[67](#) , [207](#) ; distribución, [275](#) ; equilibrio
del, [57](#) , [61](#) ; bajo, [212](#) ; puré de patatas
y, [129-130](#) , [132-133](#) ; pH y, [64](#) ;

precipitación, 109 ; _____

solubilidad, 67 ; _____

super-saturada, 61 ; total, 124

, 126 , 133 _____

iones carbonato, xxi , 104 _____

incrustaciones de carbonato, 32 , 61 , 190 , 207 , 213 _____

especies de carbonato, 82 , 93 , 95 , 104 , 124 , 125 , 130 , 132 , _____

152 , 173 , 174 , 236 , 238 ; calculador, 94

, 98 , 171 ; fuentes comunes de, 64

(fig.) ; distribución de, 93 , 273-275 ; _____

como función del pH, 277 (tabla) _____

sistema de carbonato, xix , 64 , 66 (fig.) , 125 _____

Ácido carbónico, xix , 20 , 57 , 62 , 63 , 64 , 82 , 102 , 104 , 111 , _____
125 , 130 , 211 _____

Carlsberg Laboratory, 3 _____

Categorías, definiendo, 155 , 155 (tabla) _____

resina catiónica, calcio y, 184 _____

cationes, 52 , 53 , 147 , 182 , 183 , 184 , 185 , 186 , 190 , 201 , _____
244 , 247 , 263 ; aniones

y, 273 , 276 ; _____

cargos, 142 ; disuelto, 31 , 188 ;

sumadora, 142 , 143 , 274

— — —

cáusticos, 187 , 211 , 212 , 219

—

Tiza, 60 , 61 , 111 , 151 , 182 ;

ácido y, 129 ; añadiendo, 6 , 128-129

, 133 ; dióxido de carbono y, 128 ;

disolución de, 63 , 126 ; dureza y, 109

; pH puré de patatas y, 133 ;

suspendido, 130

—

—

—

Cargar, 93 , 236

—

Cargar por mol, los cambios en, 127 (fig.)

—

quelación, 53 , 212 , 236

—

Las ecuaciones químicas, 63 , 105 , 129 , 237

—

Demanda Química de Oxígeno (COD), 218 , 226 , 228 , 237

—

—

productos químicos, 5 , 9 , 12 , 18 , 32 , 52 , 66 , 205 ;

—

limpieza, 206 ; la

—

eliminación, 21

—

Química, xix , 4 , 19 , 103 , 124 , 237 ;

cálculos, 6 ; complejo, 252 ;

agua, 2 , 6 , 55 , 62 , 75

— — — — —

cloramina, xvii , 5 , 26 , 27 , 188 , 190 , 191 , 192 , 195 , 197 ,
204 ;

la eliminación, 189 , 193-194 , 198

Cloruro, 19 , 33 , 110 , 113 , 143 , 147 , 154 , 166 , 175 , 176 ,
193 , 194 , 195 , 197 , 250 ;

añadiendo, 148-150 ; concentración

de, 266 ; nivel de, 168 ; bajo, 212 ;

—

—

fracción molar de, 264 ; Además sal y, 167 ; normas
para, 41 ; sulfato y, 6 , 149-150 , 161 , 162 , 256 , 265

—

— — — — — — —

Los iones cloruro, 31 , 114

cloración, 21 , 192 , 205 , 225

Cloro, xvii , 5 , 182 , 188 , 190 , 192 , 194 , 204 ;

concentración de, 225 ;

desinfección, [195](#) ; efectividad de, [26-27](#)
; niveles, [199](#) ; la eliminación, [189](#) , [191-195](#)
, [198](#) ; normas para, [36-37](#) ; total, [26](#) , [199](#)

— — — — —

—

— —

clorofenoles, [191](#) , [192](#) —

El cromo, las normas para, [37](#) —

CIP, [217](#) , [223](#) , [237](#) —

Ácido cítrico, [118](#) , [120](#) —

Aclaración, [5](#) , [25](#) , [94](#) , [109](#) , [117](#) , [118](#) , [149](#) , [167](#) —

clarificadores, [26](#) , [228](#) , [229](#) —

Clark, Thomas, [109](#) , [146](#) —

Ley de Agua Limpia, [32](#) , [35](#) , [193](#) , [219](#) —

agua de limpieza, [4](#) , [8](#) , [9](#) , [205-206](#) ;

notas sobre, [206](#) —

coagulantes, [25](#) , [224](#) —

BACALAO. Ver [Demanda química de oxígeno](#) —

Coloides, la eliminación, [190](#) —

Color: cerveza, [157](#) ;

malta, [76-77](#) , [77-78](#) , [79 \(tabla\)](#) , [81](#) , [82](#) , [84](#) , [156](#) ;

gama de, 69, 77

Compuestos, 32, 238

Concentración, 62, 68, 117, 118, 134, 143, 145, 147, 149, 155

puré Congreso, 77, 84;

cambios de pH para, 80 (tabla)

mosto congreso: pH, 81 (fig.);

tiempo de asado y, 81 (fig.)

contaminantes, 17, 19, 20, 23, 25, 219, 222, 230;

gas, 112, 180, 191-195; líquido, 9, 180, 191-195;

orgánico, 218, 196-199; la eliminación, 32, 112, 180, 191-195

, 196-199

— — — — —

Cobre, 6, 19, 53;

normas para, 41-42

Corrosión, 186, 210, 212, 213;

galvánico, 182; problemas con, 112

, 211

— —

Craft Brewers Conference, 79

El malteado crujiente, 88

Aplastar, 70, 71

re Dalton, 238

—

Ley de Dalton, 199, 238

—

Dama Bier, foto de, 9

—

ecuación Davies-Debye-Hückel, xx

—

SPD. Ver [La desinfección de subproductos](#)

De Clerck, Jean, 58, 59

—

agua ionizada-De (DI), 103, 151, 238;

—

pH de, 82, 83, 89, 92, 134

—

desaireación, 10, 11, 199, 201, 212, 213, 214, 215;

—

vacío, 201

—

columna de desaireación, 201;

—

foto de, 11, 200

—

Dealkalizing tratamiento, 118, 185-186, 212

—

La teoría de Debye-Hückel, xx, 255

—

descarbonatación, xviii, 6, 106, 146;

—

calefacción y, 145; cal

—

apagada, 111

—

declaración, 5, 203, 207, 214;

—

UV, 195, 202

—

Declaración de la no adhesión, 101-103

—

Grados Lovibond, 77 , 233 _____

Delange, AJ, 69 , 70 , 85 , 90 , 91 , 123 , 124 , 128 , 130 , _____
134 , 249 ;

experimentación por, 132-133 ; análisis

de valoración de malta por, 157 ; cal _____

apagada y, 111 ; bicarbonato de sodio y, 126

carga de Delta, 95 , 125 , 126 , 233 _____

Delta carga Z, 174 , 233 _____

Agua desmineralizada, utilizando, 178 (tabla) _____

Densidad, 83 , 268 , 269 _____

deshidratación, 110 , 229 , 232 _____

DI. Ver Agua desionizada _____

Digestión, 225-230 , 232 _____

dihidrato, 151 _____

Dilución, 11 , 103-104 , 164 , 214 , 215 , 267-269 _____

El agua de dilución, 4 , 10 , 214-215 , 216 _____

desinfectantes, 17 , 191 , 192 , 193 , 204 , 208 ; _____

la eliminación, 26 , 27 _____

Desinfección, 11 , 17 , 26 , 195 , 204 , 212 ; _____
residual, 191 , 208 , 229 _____

La desinfección por productos (DBP), 27 , 180 , 192 , 196 , 238 _____

dispersantes, 205 , 238 _____

Constante de disociación, Ácido, 238-239 _____

Gases disueltos, 5 , 188 , 211 , 217 ; _____

la eliminación, 199 , 201 _____

Sólidos disueltos, 9 , 217 , 222 ; _____

la eliminación, 180 , 181-182 , 182-187 , 187-191 _____

Agua destilada, 6 , 58 , 212 , 265 _____

DIY, 238 _____

Dolomita, 23 , 60 _____

perfil de las aguas de Dortmund, 142 (tabla) , 143 (tabla) , 274 , 274 _____
(mesa) , 275 (tabla) , 276 (tabla) _____

Dortmunder, 156 _____

los estándares de agua potable, 5 , 32 _____

Manual de Buenas Prácticas de EBC, vol. 13-maceración y

Separación puré, 148 , 149 _____

EBCT. Ver tiempo de contacto cama vacía _____

EDTA. Ver Ácido etilenodiaminotetracético _____

respuesta electroquímica, 3 , 86 _____

Los electrones, 31 , 52 _____

Elemento, 239 _____

Empty tiempo de contacto cama (EBCT), 197 , 198 , 239 _____

emulsionantes, 205 , 239 _____

Cuestiones ambientales, 13 , 17 , 20 , 32 , 193 _____

enzimas, xxi , 58 _____

comportamiento de las enzimas, xxi _____

Sal de Epsom, 148 _____

Equilibrio, 57 , 61 , 63 , 114 , 239 ; _____

químico, 58 , 62 , 105 _____

Las constantes de equilibrio, 62 , 239-240 _____

diagrama de solubilidad de equilibrio, 61 (fig.) _____

Equivalente, 53 , 54 , 240 _____

ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), 52 , 212 , 239 _____

Convención Europea Brewing (EBC), [78](#) , [79](#) , [149](#) , [239](#) _____

Intercambiadores: anión, [183](#) , [186](#) ; _____

cación, [183](#) , [186](#) ; calor, [9](#) , [201](#) , [206](#) , [207](#) , [207](#) (foto) , [208](#) ,

[209](#) ; SBA, [185](#) _____

Ampliado de Lecho Fluidizado (EFB), [230](#) _____

F Agua de alimentación, 109 , 191 , 206 , 213

— — — — —
Fermentación, xvii , xxi , 5 , 10 , 33 , 101 , 120 , 123 , 147 , 149 ,
177 , 215 , 217 ;

Brettanomyces, 117-118 ; calcio y, 166

; de alta gravedad, 11 ;

desenfrenado, 224

—
fermentadores, xxi , 206 , 208 , 217 ;

barril, 121 ;

vestido una americana, 9

Filtración, 181 , 189 , 197 , 207

Filtros: carbono, 5 , 7 , 26 , 189 , 197 , 198 , 199 , 201 , 204 ,
216 ;

bloque de carbón, 188 ;

medios de comunicación, 25-26

; de lecho mixto, 187 ;

multimedia, 110 ; partícula, 188

; rápida en arena, 181 ; RO, 109

, 214 ;

arena, 7 , 25-26 , 110 , 187 ; enrollado

en espiral, 181 ; Sólidos suspendidos, 181

Filtración, 21 , 25 , 60 , 110 , 224-225 , 232 ; _____

activado, 26 , 193 , 222 ; flujo

cruzado, 189 ; GAC, 199 , 202 , 203 ,

213 ; mecánico, 181 ; membrana, 229

; proceso, 197 ; pantallas, 222 ;

estéril, 190 , 215

_____ _____

multas, 222 ;

filtración de, 224-225

Sabor, xx , 70 , 75 , 103 , 120 , 139 ;

salto, 148 ; malta, 140 ;

apagado, 5 , 6 , 179 ;

cualidades de, 6-7 , 71 ; de

sodio y, 154

efectos de iones sabor, 147-149

floculación, 25 , 109 , 129 , 224 —

El fluoruro, las normas para, 37 —

Extranjera Extra Stout, 126 , 160 ; —

fabricación de cerveza, 168-176

nitrógeno amino libre (FAN), 59 —

Cloro libre, 26 , 192 , 199 —

Ácido fúlvico, 186 —

Cromatógrafo de gas, 199 _____

Gases 9, 10, 212 ; _____

la eliminación, 210 ; _____

solubilidad de, 64 _____

Generally Recognized as Safe List (FDA), 209 _____

Glicol, 206, 208 _____

molécula gramo, 52, 105 _____

carbón activado granular (GAC), 181, 196, 197, 198, _____

214, 240; filtración, 199, 202, 203, 213

Gravedad, 156, 214 ; _____

lautering tiempo y, 123 (fig.) _____

arena verde, 25, 182 _____

Molienda, 71, 76, 101 _____

proporciones de grano para moler, 70, 71, 240 ;

cambio de pH con, 70 (tabla) _____

las aguas subterráneas, dieciséis, 17, 21-24 ;

ácido, 23 ; _____

alcalino, 128 ; _____

minerales disueltos y, 23 _____

Yeso, 22 , 23 , 24 , 122 , 143 , 148 ; _____

cloruro de calcio y, 265-267 _____

Agua dura, 8 , 24 , 58 , 60 , 205 ; _____

reblandecimiento, 9

Dureza, 2 , 3 , 5 , 9 , dieciséis , 67 , 75 , 160 , 201 , 205 , 208 , 210 , _____
212 , 256 ; añadiendo, 162-163 , 164 ;
hirviendo y, 146 ; carbonato, 146 ; tiza y, 109 ;
creciente, 175 ; magnesio y, 109 ; la reducción, 103
, 105 , 108 (tabla) , 190 ; temporal, 103 , 107 , 111
, 145 , 146 ; total, 49 , 52 , 53-54 , 55 , 107

Intercambiadores de calor, 9 , 201 , 206 , 207 , 208 , 209 ; _____

foto de, 207 _____

Calefacción: descarbonatación y, 145 ; _____

reducción en la dureza / alcalinidad por, 108 (tabla) _____

Helio, 18 , 19 _____

cerveza Helles, xviii , 145 , 148 _____

Ley de Henry, 62 , sesenta y cinco , 199 , 240

herbicidas, 15 , 35

Hereje Brewing Company, foto de, 210

Inicio Conferencia Cerveceros, xvi

Hooper, Egbert, 2

Aceites de lúpulo, pensamientos sobre, 227

El lúpulo, xv , xvii , xviii , 30 , 146 , 147 , 150 , 167 , 179 , 224 ;

carácter de, 69 , 156 , 175 ;

química y, xix ; variedades de, 4 , 140

— —

El lúpulo (Nevé), xv

purgadores de aire caliente, columnas 201 , 215

Cómo elaborar cerveza (Palmero), 69 , 70

materia húmica, 186 , 218

Hidratación, 30 , 71

Ácido clorhídrico, 109 , 113 , 126 , 249 , 251 , 252 , 268 ,

269 ;

descrito, 114-115 ; moles

de, 271

Hidrógeno, 52 , 53 , 66 , 182

Los iones de hidrógeno, xix , 18 , 58 , 62 , 75 , 111 , 116 , 129 , 130 ,

132 , 186 _____

Sulfuro de hidrógeno, 182 _____

Ciclo hidrológico, 15-16 , 16 (fig.) _____

Hidrómetro, 209 _____

Hidróxido, 124 , 133 , 134 , 171 , 211 _____

hidroxiapatita, 67 , 71 , 148 , 151 , 253 , 255 ; _____

precipitación de, 75 _____

hipoclorito, 182 , 192 , 197 _____

yo Roca ígnea, 22 , 24

— —

Importancia del control de pH durante la preparación, The

(Taylor), 58

puré de infusión, 84

Yodo, 30 , 198

las concentraciones de iones, xx , 19 , 33 , 104 , 142-143 , 177 , 190 ,

266 ;

factores de conversión para, 54 (tabla)

contribuciones de iones, 151 , 152-153 (tabla) , 263

Intercambio iónico, 149 , 169 , 182-187 , 191 , 195 , 202 ;

resinas, ventajas / desventajas de, 184 (tabla)

perfiles de iones, desde las principales ciudades elaboración de la cerveza, 143-144 (tab)

Compuestos ionicos, 24 , 31 ;

reglas de solubilidad para, 30-31 (tabla)

iones, 5 , 6 , 17 , 20 , 31 , 32 , 41 , 52 , 57 , sesenta y cinco , 181 , 182 , 188 ,

189 , 195 , 240-241 ;

fabricación de cerveza, 149 ;

símbolo químico, 31 ;

concentración entre, 276 ; cargas

eléctricas de, 31 , 273 ;

positivo negativo, [29](#) , [31](#) , [274](#) _____

IPA, [150](#) , [156](#) , [166](#) _____

IPA: Técnicas de elaboración de la cerveza, recetas y la evolución de la

Cerveza pálida India (Steele), [143](#) _____

Hierro, [19](#) , [52](#) , [53](#) , [109](#) ; _____

concentración de, [276](#) ; contenido, [208](#) ;

la corrosión y, [211](#) ; las aguas

subterráneas y, [22](#) ; dureza, [146](#) ; la

eliminación, [25](#) , [108](#) , [181-182](#) ; normas

para, [42](#) _____

— — — — —
—

El fosfato de hierro, [181](#) _____

isótopos, [52](#) , [241](#) _____

J Jefferson, Thomas, 103

K topografía kárstica, 23

secado al horno, 78, 79, 81

Kilo-Dalton (kDa), 79

Kinetic Brewing Company, foto de, 183

Kolbach, Paul, 3, 67, 70, 72, 75, 116, 134, 135, 174

Kolbach método RA, 93, 96, 125, 133, 154, 160, 170-171;

hidróxido de sodio y, 173

frente a la dureza, la alcalinidad del Kolbach, 69 (fig.)

Kunze, Wolfgang, 59

L lactato, 113 , 117

Ácido láctico, 84 , 249 , 251 , 252 ;

descrito, 116-117

Lactobacillus, 102 , 117 , 146

lagers, 76 , 167 , 168 ;

baja gravedad, 4 ; De tipo Pilsner, 2 , 69 , 256 ; Los

perfils de aguas para, 156-157 (tabla)

Lauter, 1 , 60 , 121 , 122

Lautering tiempo, pH del mosto y, 123 (fig.)

Dirigir, 19 ;

normas para, 38

Principio de Le Chatelier, 104 , 105 , 106 , 107 , 241

cervezas ligeras, 4 , 150 ;

niveles de sulfato y, 123

Lima, 3 , 6 , 23 , 110 , 111 ;

carbonato de, 143 , 145 ;

sulfato de, 143

El ablandamiento con cal, 6 , 7 , 108-110 , 146 , 191

Movimiento lineal de mezcla (LMM), 230

Informe de Los Ángeles Metropolitano de Agua del Distrito de Calidad,

50-51 (tabla)

Lovibond, JW, 77

calificaciones Lovibond, 77, 156

Magnesia, 2 , 3 , 145 _____

Magnesio, 3 , 6 , 19 , 33 , 53 , 55 , 71 , 102 , 105 , 116 , 147 , _____
167 , 169 , 172 , 184 , 185 , 226 , 250 ; añadiendo, 148

; _____ concentración de, 96 , 98 , 154-155 , 177 ; _____

dureza, 54 , 109 , 275 ; AR y, 160-161 ; normas
para, 46 _____

Carbonato de magnesio, 23 , 105 _____

Hidróxido de magnesio, 25 , 67 , 71 , 110 , 148 , 184 _____

Los iones de magnesio, 8 , 9 , 54 _____

fosfato de magnesio, 148 _____

Sulfato de magnesio, sesenta y cinco , 151

reacciones de Maillard, 75 , 76-77 , 78 , 79 , 81-82 , 83-84 , 241 _____

Malta, xv , xvii , xviii , xix , 60 , 71 , 91 (fig.) , 93 , 116 , 146 ,
147 , 179 , 249 ; acidez de, 4 , 78-79 , 92 (fig.) , 117 , 156 ,
157 ; alcalinidad, 82-86 , 88-89 ; ámbar, 78 ; _____

base, [76](#) , [92](#) , [98](#) ;

galleta, [156](#) , [161](#) ;

negro, [78](#) , [79](#) ; Pale

británica, [59](#) ; marrón, [78](#) ;

—

capacidad de amortiguación de, [84](#) ; C40, [156](#) , [161](#) ; C60, [156](#) ; C80, [156](#) ;

C90, [157](#) ; C120, [157](#) ; caramelo, [76](#) , [77](#) , [78](#) , [79](#) , [81](#) , [88](#) , [134](#) , [156](#) , [157](#)

,

—

—

—

—

— — — — — — — — — — — — —

[168](#) , [175](#) ; personaje, [167](#) ;

química y, [xix](#) , [6](#) , [75](#) , [76](#) ; cloruro y, [149](#)

; chocolate, [78](#) , [79](#) , [88](#) ; base de

color, [82](#) ;

—

— — —

—

Continental Pilsner, [59](#) ; cerveza

dorada, [76](#) ; mezcla, [6](#) ;

—

Munich, 59, 70, 76, 79, 82, 98, 156, 161; ale pálido, 76, 78, 82, 163; pilsner, 76; asado, 76, 77, 78, 79, 157, 168; Sauer, 83; B especial, 157; especialidad, 2, 75, 92, 83, 102, 156, 163; Viena, 76, 82, 98; mosto y, 80 (fig.)

—
—
— — — — — — — —
— — —
—
—

malta, de color, 76-77, 77-78, 81, 82, 84, 156; —

ácido acético y, 79 (tabla) —

fosfatos de malta, 67, 71, 130, 147, 168; —

calcio y, 131 (fig.) —

malta Malteries Franco-Belges Luz Múnich, 70

—

Malteado y Ciencia elaboración de la cerveza, 140

Maltas y malta (Briggs), xv

—

Manganeso, 22, 25, 52; —

dureza, 146; la eliminación, 25, 108, 181-182

; normas para, 42 — —

—

Manual de elaboración de la cerveza, El (Tonelero), 2

Mezcla, 4 , 70 , 75 , 98 , 101 , 108 , 117 , 177 ;

acidificación de, 124 ; alcalinidad del agua en, 93-95 ;

base de malta, 58 ; malta de caramelo, 134 ;

carbonato y, 129-130 , 132-133 ; contribuciones de

malta acidez a, 92 (fig.)

la química puré, 5-7 , 18 , 72 ;

pH puré, xviii , xxi , 4 , 55 , 57 , 58 , 64 , sesenta y cinco , 66 , 67 , 70 , 71 ,

75-76 , 77 , 81 , 103 , 108 , 120 , 121 , 130 , 164 , 165 ,

169 , 174 , 249 , 250 , 254 ;

ácidos y, 162 ; malta base y, 98 ;

calcio y, 148 ; tiza y, 133 ;

controlador, 6 , 60 , 133 ;

disminución de la, 126 ;

DI, 84 , 85 , 92 , 94 , 97 , 126 ;

aumentar en, 126 , 128 ; bajo, 68 ;

medición, 72 , 163 ;

óptimo, 59 , 60 , 127 ; hidróxido de potasio y, 135 ; predecir, 97-99 ; privilegiado, xx , 102 ; rango para, 92 , 116 , 130 , 249 ; hidróxido de sodio y, 135 ; objetivo, 60 , 82 , 83 , 92 , 93 , 94 , 95 , 97 , 127 , 160

,

— — —

— — — — —

—

— — — — — — — — — — — —

166 , 167 , 171

cuba de puré, 4 , 103 , 165

maceración, xxi , 1 , 4 , 33 , 57 , 58 , 70 , 84 , 135 , 140 , 146 ;

actuación, 5 ;

hora, 71 ; único, 103

—

Maceración agua, 149 ;

acidificación de, 120-124

Maestro Asociación de Cerveceros de las Américas (MBAA),

120 , 212 , 241

hojas de datos de seguridad del material (MSDS), 114 , 135

meta de nivel máximo de contaminante (MCLG), 35 , 242

los niveles máximos de contaminantes (MCL), 32 , 33 , 35 , 241

MBR. Ver biorreactores de membrana

melanoidinas, 57, 75, 82, 83, 120, 146, 242

Mellem, Jim, 120

biorreactores de membrana (MBR), 224, 229, 241

membranas, 110, 187, 190, 195, 201, 225, 229;

RO, 189, 191;

semi-permeable, 188

Mercurio, las normas para, 38

metabisulfito, 193-194, 204;

dosificación requisitos para, 194-195 (tabla)

Rieles, 25, 32, 202

Rocas metamórficas, 22, 24

Metano, 226, 230

Metilisoborneol (MIB), 21

Microorganismos, 32, 208

Los microbios, 25, 27, 199, 227;

aeróbica / anaeróbica, 226; la

eliminación, 17;

temperatura / pH y, 225

microfiltración, 24, 187, 190, 224, 229

microflora, 76, 77

microorganismos, 20, 32, 195, 199, 208, 218, 225;

la eliminación, [110](#) , [190](#) , [224](#) _____

miliequivalentes, [52](#)-[55](#) , [54](#) , [68](#) , [82](#) , [94](#) , [98](#) , [112](#) , [113](#) , [160](#) ,
[161](#) , [249](#) , [267](#) , [273](#) ; _____

equilibrio de, [142](#)-[143](#) _____

Millival, [242](#) _____

minerales, [diecisésis](#) , [20](#) , [21](#) , [22](#) , [32](#) , [211](#) , [229](#) ;
disuelto, [17](#) , [23](#) , [31](#) _____

reactores de lecho mixto, [186](#)-[187](#) _____

Molar (M), [242](#) ; _____

concentraciones de, [268](#) _____

Topo, [52](#) , [264](#) ; _____

peso, [53](#) , [268](#) _____

El peso molecular (MW), [79](#) , [242](#)-[243](#) , [263](#) , [264](#) , [268](#) _____

Molécula, [243](#) _____

monocloramina, [193](#) _____

ácido monoprótico, [114](#) , [117](#) , [118](#) _____

iones monovalentes, [190](#) _____

MSDS. Ver [Fichas de Datos de Seguridad del Material](#) _____

perfil de las aguas de Munich, [145](#) _____

Junta Nacional de Calderas y de presión inspectores de buques
(NBBI), 211

Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes
(NPDES), 219, 219 (tabla)

materia orgánica natural (NOM), 27, 243

New Belgium Brewing Company, foto de, 207, 228, 231

Nueva Brewer, La, xiv

nitratos, 19, 38, 225, 276

Ácido nítrico, 145

Nitrito, 276;

normas para, 39

Nitrógeno, 18, 201, 226

La falta de adherencia, declaración de, 101-103

Normal (N), 243

○ octadecilamina, 211

unidad de turbidez Oephelometric (NTU), 243

OG. Ver [gravedad original](#)

“On Food and Cooking” (Magee), 4

1 Normal (N) solución, 113, [135](#), [173](#), [251](#), [252](#);

preparando, [112 \(tabla\)](#), [268](#)-[269](#)

Ácidos orgánicos, 21, [60](#);

descrito, [116](#)-[118](#), [120](#)

Organics, 5, [15](#), [17](#), [20](#), [192](#), [204](#), [229](#);

biodegradable, [218](#); la

eliminación, [189](#), [190](#)

Gravedad original (OG), 10, [156](#), [161](#)

oxalato, [11](#), [147](#), [243](#)

Oxidane, [15](#), [243](#)

Oxidación, [53](#), [181](#), [182](#), [188](#), [197](#), [208](#), [243](#)

Oxígeno, [18](#), [52](#), [201](#), [210](#), [211](#);

disuelto, [215](#), [216](#), [224](#); la

reducción, [199](#), [214](#)

Los absorbidores de oxígeno, [212](#)

Ozono, [19](#), [25](#), [193](#), [212](#), [213](#)

El envasado de agua, 10 , 212-214 , 215 ; _____

notas sobre, 214 _____

cervezas pálidas, 121 , 149 , 150 , 156 , 163 _____

Palmer, John, 69 , 70 , 154 _____

Partes por mil millones (ppb), 244 _____

Partes por millón (ppm), 244 _____

Pasteurización, 11 , 213 _____

PCE. Ver tetracloroetileno _____

Ácido peracético, 208 , 227 _____

Tabla periodica de los elementos, 264 _____

pesticidas, 15 , 32 _____

pH, xxi , 3 , 17-19 , 21 , 32 , 33 , 59 , 63 , 64 , 86 , 101 , 102 , _____

108 , 182 , 219 , 243 , 255 ; _____

acidificantes, 116 ; hervir, 122 , 123 ;

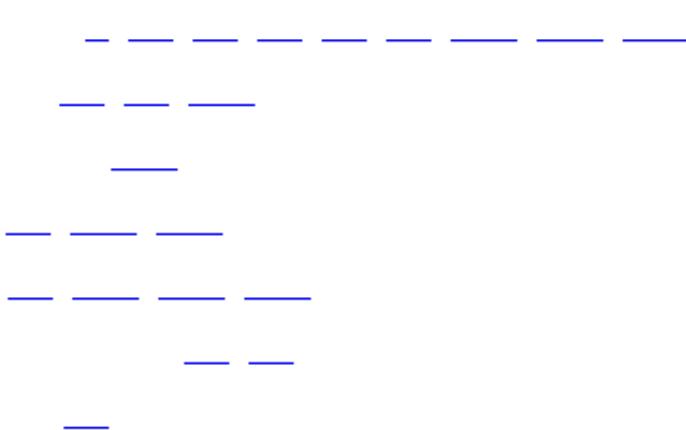
carbonato de calcio y, 94 ; cambios en, 26 , 57 , 82 , 83 , 85 , 88 , 89

92 , 113 , 129 , _____

223-224 , 226 , 250 ; disminución de

la, 78 , 250 , 252 , 256 ; _____

punto final, 82 , 85 , 124 , 254 ; equilibrio, 114 ; final, 115 , 160 ; función de, 89 (fig.) , 93 ; aumentar en, 82 , 104 , 106 , 128 , 129 , 168 ; malas y , 72 ; medición, 3 , 61 , 82 , 84 , 85 , 98 , 111 , 113 , 163 ; óptimo, 60 , 70 , 103 ; protones y, 130 ; distancia, 92 , 125 , 224 ; objetivo, 94 , 139 , 147 , 152 ; temperatura y, 58 , 86 ; de suma cero, 98 _____



pH en Brewing Una visión general (Bamforth), 59 _____

medidores de pH, xvi , xxi , 140 , 160 , 165 , 168 , 244 , 254 ; _____

tener en cuenta sobre, 86

desplazamiento del pH, con ajuste de la abertura, 71 (tabla)

iones fosfato, xxi , 273 _____

fosfatos, 57 , 59 , 67 , 71 , 116 , 130 , 134 , 181 , 211 , 212 , _____
226 , 253 , 255 ; _____

concentración de, 128 ; _____

con dos bases, [128](#) ;

disuelto, [229](#) ; normas para, [46-47](#)

Fosfórico, [252](#) ;

protonación, [114](#) (fig.)

Ácido fosfórico, [120](#) , [123](#) , [181](#) , [197](#) , [249](#) , [251](#) , [256](#) , [269](#) ;

acidificación con, [124](#) , [182](#) , [253](#) , [254](#) ; aniones de, [252](#)

; la pérdida de calcio y, [253-254](#) ; la precipitación

de calcio y, [124](#) ; descrito, [115-116](#) ;

mEq protonación por mmol de, [261](#) (fig.)

fitasa, [66](#) , [146](#)

la cerveza Pilsner, [140](#) , [148](#) ;

fabricación de cerveza, [166-168](#)

pK, [244](#)

Plzen, el agua de, [xvii](#)

Moléculas polares, [29](#) , [30](#) , [31](#)

ácido polipróticos, [115](#) , [118](#)

Potasio, [19](#) , [66](#) , [149](#) ;

concentración de, [2](#) , [135](#) ;

normas para, 47 —

Cloruro de potasio, 135 , 185 —

Dicromato de potasio, 218 —

Hidróxido de potasio, 135 , 172 , 173 , 197 —

metabisulfito de potasio, 193 , 194 —

Permanganato de potasio, 182 —

Fosfato de potasio, 128 —

silicato de potasio, 206 —

carbón activado en polvo (PAC), 196 , 243 —

Brewer práctica (MBAA), 212 —

Precipitación, 15 , 17 , 18-20 , 104 , 107 , 181 , 215 , 255 —

Primaria estándares de agua potable en los Estados Unidos, 32 —

Las normas primarias, 32 , 35 , 139 —

Principios y Práctica de Brewing (Sykes), 3 , 7 —

Propilenglicol, 206 , 208 , 209 , 209 (tabla) —

resto de proteínas, 85

proteólisis, 59 , 60 —

protonación, 115 , 252 , 269 —

Los protones, 52 , 130 —

proceso de purificación, común, 24-25 (fig.) —

Empujando el agua producto, notas sobre, 214 —

pirólisis, 197

Q Cuarzo, 20 , 22

— —

Cal viva, 109

—

Agua de lluvia, 18-20

Gamas, definiendo, 155 (tabla)

Recetas, 160, 168

Reducción, 244

refractómetro, 209

reinheitsgebot, 101, 102, 116, 146-147

alcalinidad residual (RA), 3-4, 6, 60, 67-70, 75, 96, 108, 125, 132, 146, 154, 162, 163, 165, 169, 173, 176,

244, 254; calcio y, 160-161, 175;

calculador, 160-161, 166;

concentración y, 155; concepto de, 58

, 71; disminución de la, 68; delta, 133

, 171, 172; ecuación, 116; alto, 69;

—

aumentar en, 170;

bajo, 164;

magnesio, [160-161](#) ; pH puré

de patatas y, [72](#) ; negativo

positivo, [68](#) ; refinamiento [de](#), [70-72](#)

resinas, [183](#) , [184](#) , [184 \(tabla\)](#) , [187](#) _____

La ósmosis inversa (RO), [xvi](#) , [89](#) , [151](#) , [155](#) , [185](#) , [187-191](#) , _____

[195](#) , [210](#) , [213](#) , [222](#) , [229](#) , [244](#) ; _____

filtración, [181](#) _____

sistemas de ósmosis inversa (OI), [xx](#) , [190](#) , [191](#) _____

Agua de ósmosis inversa (RO), [XX-XXI](#) , [6](#) , [164](#) , [167](#) , [189](#) ; _____

dilución con, [103-104](#) _____

El agua de enjuague, [205-206](#) ; _____

notas sobre, [206](#) _____

pantalla rotatoria, foto de, [180](#) , [223](#) _____

S SACO. Ver [catiónico de ácido fuerte](#)

Sacarificación, 59, 71, 75, 77, 81, 85, 101, 103

Sal, xx, 2, 3, 18, 21, 60, 72, 107, 147, 148, 244:

acidificación y, 121; añadiendo, 151, 167, 168;

alcalino, [sesenta y cinco](#); calcio, 71, 120, 124, 207,

253; carbonato, 151; cloruro, 167; concentraciones

de, [263-265](#), 266; en las contribuciones por, 152-153

(tabla); magnesio, 66, 68; mineral, 150;

peso molecular de, 263

Arenisca, 20, 22

desinfectantes, 192, 213, 219, 227

Saturación, 104, 124, 125:

calcio, 250, 253, 254, 255, 256

Sauermalz, 146, 168

SBA. Ver [aniónico de base fuerte](#)

Escala, [111](#) , [203](#) , [206](#) , [207](#) , [211](#) , [212](#) , [213](#) _____

Notación científica, [245-246](#) _____

Cribado, [222](#) , [227](#) _____

niveles máximo de contaminación secundaria (SMCL), [32](#) , [33](#) , _____
[246](#) _____

Patrones secundarios, [32](#) , [33](#) , [41-44](#) _____

Sedimentación, [109](#) , [221](#) , [222](#) , [224](#) _____

Serie 52 Lovibond Escala, [77](#) _____

límites de descarga de alcantarillado, típico de EE.UU., [220](#) ([tabla](#)) _____

Sierra Nevada Brewing Company, [5](#) , [120](#) , [203](#) ; _____

foto de, [11](#) , [12](#) , [180](#) , [196](#) , [200](#) , [213](#) , [223](#) , [227](#) _____

Sierra Nevada Pale Ale, [166](#) _____

Dígitos significantes, [245-246](#) _____

Sílice, [108](#) , [186](#) , [206](#) , [224](#) ; _____

concentración de, [212](#) ; _____

normas para, [47](#) _____

silicatos, [68](#) , [120](#) , [122](#) , [186](#) , [206](#) , [276](#) _____

cal apagada, [108](#) , [109](#) , [111](#) ; _____

añadiendo, [133-135](#) _____

Lodo, [110](#) , [222](#) ; _____

acondicionados, [212](#) ; _____

deshidratación, [232](#) ; _____

disposición de, [228](#) _____

SMCL. Ver [los niveles máximos de contaminantes secundarios](#) _____

Sociedad para la difusión de conocimiento útil, [2](#) _____

Sociedad de las Artes, [109](#) _____

Sodio, 6 , 19 , 33 , 110 , 135 , 147 , 174 , 175 , 176 , 185 , _____

[191 , 250](#) ; _____

añadiendo, [149](#) ; _____

concentración de, [173](#) ; _____

sabor y, [154](#) ; [alto](#), [169](#) ; _____

aumentar [en](#), [127](#) ; normas

para, [48](#) _____

aluminato de sodio, [109](#) _____

Bicarbonato de sodio, [sesenta y cinco](#) , [130](#) , [133](#) , [149](#) , [170](#) ; _____

añadiendo, [124](#) , [125-127](#) ; método

alcalinidad Z y, [173-174](#) _____

bisulfato de sodio, [211](#) , [212](#) _____

El carbonato de sodio, [130](#) _____

Cloruro de sodio, [15](#) , [29](#) , [31](#) , [sesenta y cinco](#) , [149](#) , [185](#) _____

Hidróxido de sodio, [84](#) , [171](#) , [186](#) ; _____

añadiendo, [135](#) ;

método Kolbach y, [173](#) —

Hipoclorito de sodio, [192](#) —

Los iones de sodio, [273](#) —

Metabisulfito de sodio, [193](#) , [194](#) , [211](#) —

El agua ablandada, [8](#) , [166](#) , [206](#) , [212](#) , [214](#) —

suavizantes, [182](#) , [185](#) ;

foto de, [183](#) —

Reblanquecimiento, [9](#) , [108](#) , [185](#) , [205](#) , [206](#) , [212](#) ;

intercambio iónico, [149](#) —

sólidos, [110](#) , [201](#) ;

acumulación de, [210](#) , [225](#) —

límites de solubilidad, [255](#) —

solutos, [188](#) , [268](#) —

Sørensen, Søren PL, [3](#) —

las fuentes de agua, [25](#) , [122](#) , [187](#) ;

contaminantes en, [180](#) ; de

diluido, [164](#) —

rociado de agua, [4](#) , [6](#) , [162](#) , [168](#) ;

acidificación de, [120-124](#) , [155](#) , [250](#) ;

alcalinidad, [120](#) , [124](#) —

burbujeo, 70, 121, 155, 165, 168, 205 _____

conductancia específica, las normas para, 48 _____

espectrofotómetros, 77 _____

SRM. Ver [Método de Referencia Estándar](#) _____

Método de referencia estándar (SRM), 77, 78, 79, 156, 246 _____

la generación de vapor, 4, 9, 209 _____

Steele, M., 143 _____

Esterilización, 215, 216 _____

la síntesis de esteroles, 199 _____

estequiometría, 105, 135, 237, 246 _____

Stone Brewing Company, 229, 232; _____

foto de, 10, 187 _____

aniones de ácidos fuertes, 186 _____

catiónica de ácido fuerte (SAC), 185, 186, 201, 244 _____

Ácidos fuertes, 133, 184, 186, 187, 255, 256; _____

cuidado con, 113-114; dilución

de, 267-269; utilizando, 270-271

aniónico de base fuerte (SBA), 185, 186, 245 _____

bases fuertes, con precaución, 113-114 _____

estilos, 1; _____

experimentación con, 154 ; histórico, 140-147 ;

agua y, 139 , 141 , 154-157 ; Los perfiles de aguas para, 158-159 (tabla)

Sulfato, xx , 19 , 33 , 110 , 113 , 143 , 147 , 148 , 154 , 166 , _____

167 , 169 , 194 ; añadiendo, 149-150 ; equilibrio, 175 ;

cloruro y, 6 , 149-150 , 161 , 162 , 256 , 265 ; concentración de, 162 , 176 ; alto, 169 ; bajo, 123 ;

normas para, 43 _____

Dióxido de azufre, 193 , 194 _____

Ácido sulfúrico, 109 , 145 , 165 , 184 , 251 , 252 ; _____

descrito, 115 ; _____

agua y, 113 _____

óxidos sulfuroso, 19 _____

Superficie del agua, 15 , dieciséis , 17 , 20-21 , 232 ; _____

requisitos NPDES para la descarga a, 219 (tabla) ; calidad /

carácter de, 20 _____

surfactantes, 9 , 205 , 246 _____

Sólidos suspendidos, 212 , 217 ; _____

la eliminación, 9 , 44 , 180 , 181 , 222 ;

separar, 224 _____

Sykes, WJ, 3 , 104 _____

Manual sistemático de Brewing Práctica, A (Southby),

144-145 _____

T tanques, 229 ;

aireación, 228 ;

digestión aeróbica, 12 (foto) , 227 (foto) ; vejiga, 189 ;

brillante, 10 , 208 ; igualdad, 219 , 222 , 223-224 , 232 ;

fermentación, 9 (foto) ; participación, 222 ; presión, 189

taninos, 68 , 120 , 122 , 218 , 229

Taylor, David, 58 , 135 , 177

Taylor expansión de la serie, 88 , 90 (fig.) , 246-247

TCA (2, 4, 6-tricloroanisol), 21

TCE. Ver tricloroetileno

TDS. Ver Sólidos disueltos totales

Tecnología, xvi , xx , 7 , 9 , 177 , 201

Tecnología de elaboración de la cerveza y malta (Kunze), 59

Temperatura, 59 , 84 , 206 , 209 , 225 ;

secado al horno / asado, 81 ;

mezcla, 86 ;

pH y, 58, 86, _____

Tetracloroetileno (PCE), 243; _____

normas para, 39, _____

Libro de texto de elaboración de la cerveza (De Clerck), 58

THM. Ver trihalometanos _____

Tintometer, 77, _____

Valoración, 85, 86, 95, 128, 134, 134n, 247; _____

punto final, 94; _____

malta, 93, _____

Las curvas de valoración, 88 (fig.), 134, 249, _____

datos de valoración, resumen parcial de, 87 (tabla) _____

Alcalinidad total, 33, 53, sesenta y cinco, 82, 93, 94, 95, 107, 112, 126, _____

133, 142, 154, 161, 162, 165, 166, 167, 168, 169, _____

171, 176, 249, 250; _____

descrito, 125; normas

para, 48-49, _____

Las bacterias coliformes totales, los estándares para, 39-40, _____

sólidos disueltos totales (TDS), 18, 19, 187, 209, 212, 247; _____

composición de, 191; _____

medición, 210; normas

para, 43; _____

pruebas para, 44

ácidos haloacéticos totales (HAA5), 193, 240 ;

normas para, 40

Dureza total, 52, 55, 107 ;

calculador, 53-54 ;

normas para, 49

El carbono orgánico total (TOC), 195, 218, 247

sólidos suspendidos totales (SST), 220

trihalometanos totales (TTHMs), 247 ;

normas para, 40

presión transmembrana (TMP), 225

El tratamiento de la elaboración de la cerveza de agua en la luz de la moderna

Química, The (Wallerstein Laboratories), 3, 139

sistemas de tratamiento, 223, 229

Tratamientos, históricos, 140-147

Tricloroetileno (TCE), 247 ;

normas para, 39

Trihalometanos (THM), 193, 198, 199

turbios, 147, 224

TTHMs. Ver trihalometanos totales

Turbidez, las normas para, 40-41

T ultrafiltración, 187 , 188 , 190 , 229

La luz ultravioleta (UV), 193 , 247

Agencia de los Estados Unidos de Protección Ambiental (EPA),

32 , 35 , 220 , 239

Food and Drug Administration (FDA), 114 ,

240

Estados Unidos Geological Survey (USGS), 22

normas no reguladas, 45-50

Manta de flujo ascendente anaeróbica de lodos (UASB), 230 , 231

(higo.) , 247

USGS. Ver Encuesta geológica de los Estados Unidos

la degradación UV, 193 , 195 ;

sistema, 196 (foto)

luz UV, y declaración, 195

V Vicente, Charles, 2

—

agua Virgen, dogma de, 144-145

Wallerstein Burton sales, 140

Wallerstein laboratorios, 3 , 139 , 140

Residuos, 219 , 222 , 224

la fuerza de residuos, 224 , 226 (tabla)

plantas de tratamiento de residuos, 219 , 220 , 229

Aguas residuales, 206 , 217 , 220 , 226 , 227 , 228 ;

fluir, 189 ; orgánicos en, 218 ; pH de, 223 , 224 ; recargos por, 232 ; el tratamiento, 4 , 7 , 12 , 181 , 217 , 219 , 221-222 , 221 (fig.) ; tratamiento / eliminación de, 12 ; volumen de, 223 , 224

Agua: el ajuste, xix , 139 , 143 , 160 ;

alcalino, 103 , 104 , 107 , 147 ; edificio, 167-168

; histórico, 140-147 ; como ingrediente, 4-5

, 13 ; visión general de, 5-7 ;

parcialmente purificada, [222](#) ;

propiedades de, [29](#) ; como materia

prima, [179](#) ; primavera, [5](#) ;

—

equilibrio de carga de agua, [273-275](#) ;

Composición del agua, [2](#) , [6](#) , [57](#) , [60](#) , [96](#) , [141](#) , [142](#) , [167](#) ;

El ciclo del agua, [15-16](#) , [16](#) (fig.) ;

Distribución del agua, [7](#) (fig.) , [204](#) (fig.) ;

Moléculas de agua, [29](#) , [30](#) (fig.) , [264](#) ;

Panel agua, [xvi](#) ;

El pH del agua, [3](#) , [20](#) , [53](#) , [82](#) , [94](#) , [107](#) , [109](#) , [110](#) , [142](#) , [152](#) , [166](#) ,
[172](#) , [174](#) , [185](#) , [232](#) , [275](#) ;

DI, [102](#) ;

mEq / mmol como función de, [96](#) (fig.) ; rangos

de, [117](#) ; normas para, [42-43](#)

—

tratamiento de aguas, [7](#) (fig.) ;

Los perfiles de aguas, [98](#) , [145](#) , [154](#) , [163](#) , [164](#) , [274](#) ;

cuadro negro y, [177](#) ;

DI, [122](#) ;

elaboración de la cerveza de las ciudades famosas, [141](#) (tabla) ;

sugirió, [158-159 \(tabla\)](#) _____

Calidad del agua, [19](#) , [24](#) , [179](#) , [190](#) , [216](#) ; _____

base, [203](#) ; _____

varianza en, [4](#) _____

“La calidad del agua desde la perspectiva del Craft Brewer”

(Mellem), [120](#) _____

informes de agua, [5](#) , [27](#) , [50-51](#) , [161](#) , [169](#) ; _____

diferencias entre, [273](#) , [275](#) , [276](#) ; parámetros

para, [32-33](#) , [33-34 \(tabla\)](#) _____

Fuente de agua sistema de ósmosis inversa, foto de, [187](#) _____

Fuentes de agua, [xviii](#) , [5](#) , [18](#) , [32](#) , [57](#) , [122](#) , [145](#) , [179](#) ; _____

consistente, [24-27](#) ; _____

mineralización y, [17](#) ; escasez

de, [232](#) ; sustancias en, [26](#) , [55](#)

Tratamiento de aguas, [3](#) , [9](#) , [57](#) , [180](#) , [193](#) , [212](#) , [216](#) , [217](#) , [232](#) ; _____

ejemplo de, [204 \(fig.\)](#) ; foto

de, [11](#) ; plantas, [193](#)

AMB. Ver [aniónico de base débil](#) _____

anión de ácido débil, [186](#) _____

catiónica de ácido débil (WAC), [185](#) , [247](#) _____

aniónico de base débil (WBA), [185-186](#) , [247](#) _____

Weyermann malta Pilsner, [70](#) ; _____

capacidad de amortiguación de, [89 \(fig.\)](#) ; _____

curva de titulación para, [88 \(fig.\)](#) _____

Las cervezas de trigo, [150](#) ;

perfil de las aguas para, [122](#) _____

mosto, [203](#) ;

contenido de hierro en, [178 \(tabla\)](#) ;

lactobacillus-agria, [146](#) ; malta y, [80](#)

[\(fig.\)](#) ; temperatura, [206](#) ; transferir, [214](#)

Wort en progreso (WIP), [214](#) _____

Wort pH, [3](#) , [58](#) , [59](#) , [71](#) , [75-76](#) , [162](#) ;

cambiar en, [67](#) , [86](#) , [88](#) ; alta baja, [68-69](#) ; el

tiempo de filtración del mosto y [123 \(fig.\)](#)

Y Levadura, **xv** , **xvii** , **xix** , **146** , **147** ;

filtrando, **224** ; la síntesis de

esteroles y, **199**

Levadura, la Guía Práctica de cerveza de fermentación (Blanco

y Zainasheff), **xv**

Z Z alcalinidad, 94, 95, 96, 97, 124, 125, 126, 127, 133, 170

171, 172, 247, 249, 250;

calculadora, 98 ;

bicarbonato de sodio y, 173-174

Z pH, 94, 125, 126, 133

Z alcalinidad residual (Z RA), [96-97](#) , [98](#) , [170](#) , [171-172](#) , [174](#)

De suma cero, 97, 98, 249

Zinc, 6, 197;

normas para, 44