



MÁSTER EN CALIDAD, DESARROLLO E INNOVACIÓN DE
ALIMENTOS

Universidad de Valladolid

CARACTERÍSTICAS DE LA CERVEZA
CRAFT. TECNOLOGÍAS Y TENDENCIAS

PROYECTO DE FIN DE MÁSTER

LAURA ELICES YUSTE

CURSO 2017/2018

Tutores:

Carlos Blanco Fuentes

Isabel Caballero Caballero

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DEFINICIÓN DE LA CERVEZA CRAFT	4
3. MATERIAS PRIMAS.....	5
3.1 Agua.....	5
3.2 Malta	6
3.3 Lúpulo	7
3.4 Levadura	8
4. PROCESO PRODUCTIVO	10
5. SEGMENTOS DE MERCADO DE LA CERVEZA ARTESANAL	12
6. MICROCERVECERÍAS EN EL CONTEXTO MUNDIAL.....	13
6.1 América	14
6.2 Europa.....	15
7. CALIDAD DE LA CERVEZA CRAFT.....	16
7.1 Control de calidad	16
7.2 Autenticación	18
7.3 Presencia de metales	19
8. MICROBIOLOGÍA EN CERVEZA CRAFT.....	20
9. CONCLUSIONES Y TENDENCIAS FUTURAS	24
10. REFERENCIAS	25

RESUMEN

La demanda de productos artesanales se hace cada vez más notable en la sociedad de hoy en día, y eso se traduce en la búsqueda por parte del consumidor de cervezas que se encuentren en este ámbito. Las cervezas artesanales, diferenciadas por su proceso de producción de las cervezas industriales y más centradas en las características organolépticas del producto, son cada vez más populares entre el público que busca una cerveza diferente, con variedad de sabores.

La característica más notable de una cerveza artesanal es que utiliza métodos de elaboración tradicionales sin tener en cuenta la pasteurización, además de que no es elaborada por grandes corporaciones, sino en las llamadas microcervecías que cuentan con un maestro cervecero como responsable de la producción. La cerveza artesanal se caracteriza por tener, generalmente, un contenido en alcohol mayor que la cerveza comercial y características sensoriales originales, con nuevos sabores y aromas, diversidad de estilos y una calidad considerada en general superior a las cervezas comerciales.

Este mercado ha crecido con rapidez en los últimos años y se espera un mayor desarrollo en el futuro debido a la demanda de los consumidores de nuevos sabores, cuerpo y experiencias.

ABSTRACT

The demand for handmade products is becoming increasingly evident in today's society. This translates into consumer requests for beers that belong to this range. Craft beers, which differ in their production from industrial beers and are more focused on the organoleptic characteristics of the product, are becoming more popular among the public seeking a different beer with a variety of flavours.

The most notable feature of a craft beer is that traditional processing methods without taking into account pasteurization. Additionally, it's not made by large corporations, instead it's made in microbreweries that have a brewmaster as head of production. Craft beer is generally characterized by having a higher alcohol content than commercial beer and original sensory characteristics, with new flavors and aromas, a diversity of styles and a superior quality than commercial beers.

In recent years, this market has grown very fast and due to the consumers demand is expected further development in the future. They are looking for new flavours, textures and experiences.

1. INTRODUCCIÓN

El origen de las bebidas fermentadas es incierto, aunque existen creencias que lo atribuyen a los pueblos prehistóricos (Hornsey, 2003). Las frutas y hortalizas descompuestas eran expuestas al aire permitiendo a las bacterias, levaduras y mohos presentes en el aire aprovechar las partes ricas en carbohidratos de estos productos, comenzando así la fermentación. Este proceso ocurre cuando los hidratos de carbono se convierten en alcohol y dióxido de carbono gracias a los microorganismos presentes en el medio ambiente (Mussche, 1999).

La primera evidencia de la elaboración de la cerveza fue en el periodo del neolítico (Nelson, 2005). Evidentemente, no se sabe si se utilizaron cereales u otras materias primas como miel o frutas como fuentes de carbohidratos.

La elaboración de la cerveza basada en cereales se originó probablemente en Mesopotamia y Egipto, donde se dio por primera vez el cultivo de estos cereales (Meussdoerffer, 2009). Desde estos primeros tiempos de la cerveza, la importancia de este producto en la sociedad y la historia ha ido creciendo.

El consumo de cerveza se ha vuelto común y generalizado, es la quinta bebida más consumida en el mundo después del té, café, soda y agua (Fu Vivian et al., 2016; Biancolillo et al., 2014), y la más consumida entre las bebidas alcohólicas (Gómez-Corona et al., 2016).

Su extendido consumo se debe en parte a que su producción se realiza en todos los continentes, y, en su mayoría es elaborada por grandes grupos corporativos. Debido a la globalización y a la competencia, a los consumidores se les han ofrecido productos estandarizados e industrializados.

En contraposición a la producción masiva de cervezas industriales, en los años 70 surgió el movimiento de la cerveza artesanal, que ofrece al consumidor productos genuinos, singulares, diferenciadores y de alta calidad. Además, este producto genera desde sus inicios un fuerte componente social y cultural, creando una red de conexión entre productores y consumidores de cerveza artesanal (Carroll y Swaminthan, 2000).

En las últimas décadas la demanda de cerveza artesanal ha aumentado en varios países y sus ventas han crecido más rápidamente que la cerveza convencional (Gómez-Corona et al., 2016).

2. DEFINICIÓN DE LA CERVEZA CRAFT

Según el Real Decreto 678/2016 por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y las bebidas de malta, la cerveza se define como “Alimento resultante de la fermentación, mediante levaduras seleccionadas, de un mosto cervecero elaborado a partir de materias primas naturales.” Además, según sus características, se distinguen diferentes tipos de cerveza: de cereales, extra, especial, negra, de bajo contenido en alcohol y sin alcohol.

Desde el punto de vista de la calidad alimentaria, la cerveza y las bebidas de malta deben presentar un pH inferior o igual a 5,5 y un amargor superior a 5 mg/l (1 mg/l de iso- α -ácidos en cervezas equivale a una unidad de amargor IBU).

También se incluye una definición de fabricación artesana: “Elaboración conforme a lo establecido en la presente norma de calidad, mediante un proceso que se desarrolle de forma completa en la misma instalación y en el que la intervención personal constituye el factor predominante, bajo la dirección de un maestro cervecero o artesano con experiencia demostrable y primando en su fabricación el factor humano sobre el mecánico, obteniéndose un resultado final individualizado, que no se produzca en grandes series, siempre y cuando se cumpla la legislación que le sea aplicable en materia de artesanía.” (Real Decreto 678/2016, Diciembre 2016).

Aun teniendo esto en cuenta, cabe señalar que no existe consenso internacional a la hora de definir la cerveza craft o artesanal ya que las legislaciones son muy dispares en cada país respecto a este producto, llegando incluso a no contemplarse en algunos países, por lo que cada país o región entiende la cerveza artesanal como productos ligeramente diferentes aunque con la misma base.

En general, se considera artesanal aquella cerveza que prioriza el uso de materias primas de buena calidad y cuya elaboración se realiza, en general, utilizando métodos de elaboración tradicionales. Aun así, la principal diferencia con la cerveza industrial reside en el proceso productivo, ya que en la cerveza artesanal, en general, no suele tener lugar la pasteurización (Mascia et al., 2016). De cualquier modo, la mayoría de los especialistas coinciden en que lo más importante es la inexistencia de una gran corporación tras la producción, para que no se pierda el significado de artesanal (Aquilani et al., 2015).

En términos generales se entiende como artesanal una cerveza sin filtrar ni pasteurizar que mantiene inalteradas sus características sensoriales (Mascia et al., 2016). Además se elabora con métodos de producción tradicionales, buscando poner

énfasis en sus técnicas de producción y su sabor (Feeney, 2017), focalizada en su mercado local. La cerveza artesanal está además caracterizada por sus atributos organolépticos originales, el aporte de nuevos sabores y aromas, diversidad de estilos de cerveza y la búsqueda de una calidad superior a las cervezas comerciales. La elaboración está dirigida por un maestro cervecero, que domina las técnicas artesanales para la producción de cerveza (Aquilani et al., 2015).

3. MATERIAS PRIMAS

Al ser un producto extremadamente complejo, el sabor de la cerveza es una mezcla de una gran variedad de compuestos, algunos de los cuales proceden directamente de las materias primas, otros se forman durante el proceso de elaboración y dependen de las etapas concretas de elaboración y del metabolismo de la levadura y otros se forman durante la maduración de la cerveza (Mascia et al., 2014).

A pesar de que son 4 ingredientes fundamentales (agua, malta, lúpulo y levadura), las combinaciones, proporciones, técnicas de elaboración o incluso la componente geográfica hacen que sea un producto complejo cuya mezcla genera resultados muy diversos y complejos (Patterson & Hoalst-Pullen, 2014).

A continuación se explica detalladamente qué materias primas se utilizan en la elaboración de la cerveza artesanal y cómo influyen éstas en las diferentes características del producto final, si bien hay que recordar que son las mismas utilizadas en la elaboración de la cerveza convencional con alguna salvedad. La diferencia más significativa entre ambas radica en las proporciones de las materias primas utilizadas, en el tratamiento que se le da a éstas y en el proceso de elaboración. A las cervezas artesanales no se les añaden azúcares, aditivos artificiales ni conservantes, mientras que a las cervezas industriales sí.

3.1 Agua

El agua es el ingrediente mayoritario de la cerveza ya que forma parte en un 90% de la misma y por tanto su composición química y características influyen en el producto final. Para elaborar cerveza se necesita que el agua sea potable y no tenga cloro, y dependiendo del tipo de agua que se utilice, variará la cantidad y tipos de sales y minerales que tendrá la cerveza. Cada una afectará de manera diferente al pH, sabor y color de la cerveza que se producirá.

Así las cervezas *pilsen* de la República Checa y las *lager* norteamericanas, utilizan aguas muy blandas, con mínima cantidad de sales, ayudando así a alcanzar el color que necesitan y el amargor que presentan. Las aguas duras o con más sales y

minerales favorecen estilos como las cervezas *a/e*. Por otro lado, las cervezas que tienen un mayor dulzor y son de color más oscuro se producen con aguas bajas en sulfato de calcio y altas en carbonato de calcio (The Beer Times.com).

En todo caso, con el desarrollo de la tecnología se puede conocer el perfil químico del agua que estamos utilizando para saber si es posible agregarle sales minerales para obtener el tipo de agua deseada, para así producir un estilo de cerveza concreto. Esto suele hacerse en cerveceras industriales con mayor poder de inversión que las artesanas.

3.2 Malta

La cebada es el ingrediente principal de la cerveza. De ésta se extraen los almidones que serán transformados en los azúcares que le darán el cuerpo, aroma y sabor, color y también el grado alcohólico a la cerveza.

La cebada es un cereal marrón claro o dorado (de ahí el color de la cerveza) y aunque es el ingrediente principal, en algunos casos se añaden otros cereales para darle distintas características a la cerveza. La cebada pasa por un proceso llamado malteado, que consiste en hacer germinar los granos. Iniciada la germinación, se pasa al proceso de secado. El malteado tiene como fin la formación en el interior del grano de las enzimas que serán necesarias en la transformación de los almidones en azúcares, que posteriormente procesará la levadura para convertirlos en alcohol. El grado de tostado final influirá en el color, aroma y sabor de la cerveza (Kobayashi et al., 2008).

Un análisis tradicional de la malta nos puede dar información sobre la conversión de almidón, la conversión de carbohidratos, el extracto de carbohidratos, el color y el potencial de las enzimas de la malta. Los atributos físicos de la cebada y la malta afectan a todos estos, pero no todos se consideran importantes al evaluar la calidad de la malta (Mastanjevic et al., 2018).

Una herramienta útil para determinar qué malta es la más adecuada es el uso de los perfiles sensoriales (Davies, 2016). Es posible evaluar los diferentes matices que contribuyen al color y a los sabores asociados a la malta. Si se consigue la diferenciación las maltas, se podrían generar oportunidades interesantes para desarrollar nuevos productos. De la misma manera que los lúpulos se pueden fabricar en una gama de esencias específicas que se pueden dosificar con precisión a lo largo del proceso de elaboración, también es posible tener extractos de malta en forma líquida y concentrada. De esta forma, pueden agregarse durante la ebullición del mosto, no solo para un ajuste preciso del color, sino también para la modificación o mejora del sabor (Davies, 2016).

Esto es más utilizado en cervezas convencionales ya que para la elaboración de cerveza artesanal se compra la cebada ya malteada y no se suelen realizar análisis adicionales a los que proporciona el proveedor.

3.3 Lúpulo

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una de las tres especies de plantas del género *Humulus*. Es oriunda de Europa, Asia occidental y Norteamérica. Existen plantas femeninas y masculinas pero solo las femeninas producen glándulas de lupulina, dentro de las cuales se encuentran los compuestos importantes para la calidad de la cerveza (Roberts, 2016).

La contribución más obvia del lúpulo al sabor de la cerveza es la de las resinas blandas (α ácidos o humulonas) que son responsables del sabor amargo. Los α ácidos en sí mismos no aportan amargor, y sólo cuando se convierten a sus formas isomerizadas (iso- α -ácidos) durante la ebullición se hacen más amargos. Otra fracción importante de las resinas blandas es la correspondiente a los β ácidos, que suele ser inferior a la proporción de α ácidos, y que depende de la variedad de lúpulo. Los β ácidos se conocen como lupulonas y son en gran parte insolubles en agua y normalmente se pierden durante la cocción. La isomerización de estos ácidos es muy difícil incluso en condiciones de ebullición extrema (Machado et al., 2018).

Otros compuestos importantes presentes en el lúpulo son los aceites esenciales. Éstos se pueden clasificar, básicamente, en tres grupos distintos: los terpenos (representan el 90% y tienen alta volatilidad desapareciendo en la ebullición o la fermentación), la fracción de azufre (representan una pequeña proporción, pero tienen un impacto negativo en el sabor de la cerveza, motivo por el cual no deben permanecer en el producto final) y la fracción oxigenada de naturaleza glucosídica (Oladokun et al., 2017).

Hay que señalar también que los α ácidos y los iso- α -ácidos pueden estar implicados en la producción de sabores desagradables y en la degradación de la cerveza:

- En el lúpulo envejecido, los ácidos α se pueden oxidar a varios ácidos grasos caracterizados por sabores fuertes.
- Los iso- α -ácidos se oxidan lentamente en la cerveza (sobre todo en almacenamientos a altas temperaturas) a ácido humulínico, con la consiguiente pérdida de amargor.

- Los iso- α -ácidos también se pueden convertir en compuestos carbonílicos por oxidación y condensación, contribuyendo a sabores desagradables descritos como “sabor a cartón o papel”.
- Los iso- α -ácidos reaccionan con compuestos de azufre presentes de forma natural en la cerveza, produciendo un compuesto muy desagradable: 3-metil-2-butenio-tiol (Sakamoto & Konings, 2003).

Por otro lado, los ácidos del lúpulo contribuyen de forma importante a la espuma de la cerveza, tanto en términos de formación como de estabilidad. Estos efectos positivos de formación de espuma están basados en:

- La hidrofobicidad de los ácidos del lúpulo
- Su capacidad de unir polipéptidos
- Su tendencia a reducir la tensión superficial de líquidos
- Su capacidad para aumentar la viscosidad de la superficie

Aunque son solubles, los iso- α -ácidos migran fácilmente de la solución a la espuma en la que se combinan con los polipéptidos presentes en la cerveza (Roberts, 2016).

Por último, cabe señalar que muy pocos países productores de lúpulo son capaces de cultivar lúpulo con éxito sin utilizar productos químicos para la prevención del ataque de plagas y enfermedades. Motivo por el cuál, cada país dispone de regulaciones que establecen qué compuestos químicos son aprobados para el uso específico del lúpulo, así como la frecuencia y dosis a aplicar y los niveles máximos de residuos que puede haber en el lúpulo seco (Oladokun et al., 2016).

Para elaborar cerveza craft se suelen elegir mezclas de diferentes lúpulos con distintas características para hacer así, una cerveza única.

3.4 Levadura

Una de las materias primas más difíciles de manejar en la producción de cerveza, en términos de calidad, es la levadura y el proceso de cultivo que se lleva a cabo, porque son organismos vivos en los que la viabilidad y la capacidad de fermentación pueden verse afectados por multitud de factores. El cultivo de levadura debe estar libre de bacterias contaminantes. La cepa de levadura debe tener buena resistencia a numerosos factores de estrés (temperatura, etanol, pH, presión osmótica,... etc) y sin deficiencias en términos de nutrición (absorción de oxígeno y carbohidratos, nitrógeno, requerimientos de minerales, etc.). Además, la cepa de levadura debe desarrollar consistentemente el perfil de sabor deseado en la cerveza, tener la capacidad requerida de atenuación del mosto, separarse fácilmente del mosto al final de la fermentación para

su reutilización, ya sea por su capacidad de floculación o por centrifugación, y debe tener un buen rendimiento en el almacenamiento a largo plazo.

Para garantizar que el cultivo de levadura está libre de bacterias contaminantes, en las cervecerías industriales se monitorizan los niveles de oxígeno durante la inoculación de la levadura. Esta es la única etapa del proceso de fermentación del mosto en la que el cervecero desea que haya oxígeno presente, ya que la levadura eliminará ese oxígeno del mosto muy rápidamente. La levadura necesita oxígeno para sintetizar sus lípidos, que son esenciales para su propio crecimiento. La oxigenación insuficiente en la inoculación puede conducir a una serie de problemas tales como un crecimiento pobre de la levadura y, por lo tanto, una atenuación deficiente, sabores indeseables, formación de compuestos aromáticos y una población de levadura que tendrá un rendimiento deficiente. Para obtener valores más altos, se debe usar oxígeno puro. Además, a medida que la temperatura aumenta, la solubilidad del oxígeno disminuye (Holt et al., 2018).

Por otro lado, la presencia de demasiado oxígeno da como resultado un exceso de crecimiento de levadura con efectos negativos sobre el sabor y la estabilidad de la cerveza (Rusell, 2016).

También es conocido que el nitrógeno es esencial para el crecimiento de la levadura, y el mosto debe tener una cantidad adecuada de nitrógeno disponible para una fermentación exitosa. Esto rara vez es un problema, pero es importante controlar que las cantidades requeridas de nitrógeno estén presentes. La levadura usa el nitrógeno del mosto como nutriente y lo asimila en forma de proteínas, ARN, ADN y otros compuestos (Rusell, 2016).

En cuanto a los nutrientes presentes en el medio de fermentación (especialmente minerales como Ca, Mg y Zn), el periodo de tiempo en el que se ha cultivado la levadura, el método de almacenamiento y las mutaciones en la cepa pueden cambiar el comportamiento de floculación de la cepa. La floculación es el fenómeno en el que las células de levadura se adhieren en grupos y sedimentan desde el medio en el que están suspendidas o ascienden a la superficie (Stewart et al., 2013). Es necesario que se dé una correcta floculación después de la primera fermentación para que el cultivo de levadura pueda reutilizarse en las fermentaciones posteriores. La floculación precoz de levadura (PYF) puede estar relacionada con la malta. Es importante, cuando comienzan a observarse pequeños problemas de floculación, examinar las posibles causas antes de que se conviertan en problemas importantes (Kaur et al., 2012).

4. PROCESO PRODUCTIVO

La primera parte del proceso de elaboración de la cerveza consiste en convertir algunas de las materias primas -agua, malta y lúpulo- en un mosto fermentable.

Primero se realiza la molienda de la malta una vez pesada la cantidad adecuada. Posteriormente se realiza la maceración (figura 1), proceso en el que se mezcla agua caliente con la malta molida. Las enzimas de malta ayudan en la conversión del almidón en azúcares fermentables por maceración. Después de un periodo de permanencia se recupera la mayor cantidad de líquido posible. La mezcla (malta remojada) se transfiere a un filtro para producir el mosto claro y recoger la cantidad máxima de azúcares (extracto) de los materiales sólidos residuales (grano gastado o bagazo).

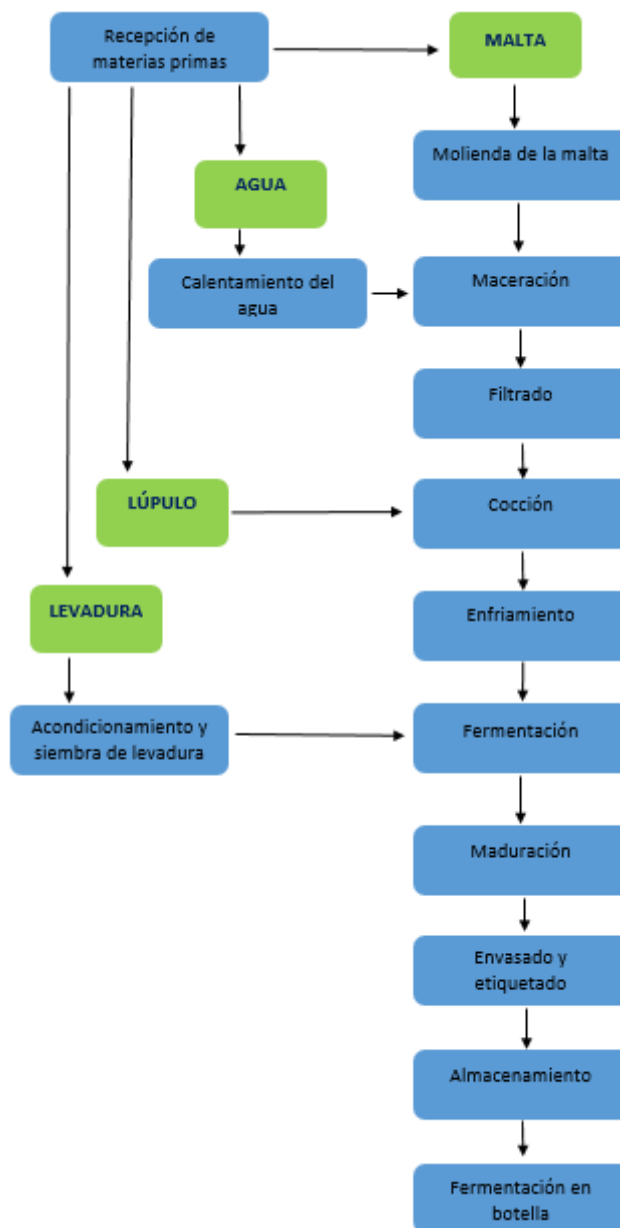


Figura 1. Proceso productivo completo de la cerveza

Después se adiciona el lúpulo y se lleva a ebullición. Al realizarse la cocción del mosto, se cumplen los siguientes objetivos:

- Esterilización del mosto
- Extracción de los compuestos amargos del lúpulo
- Formación de color y de sabor
- Eliminación de compuestos volátiles indeseables tales como sulfuro de dimetilo (DMS) por evaporación
- Eliminación de azúcares por evaporación de agua

El mosto se enfría entonces desde el punto de ebullición hasta casi la temperatura de fermentación a través de un intercambiador de calor utilizando agua como medio de enfriamiento principal. La temperatura de fermentación es diferente dependiendo del tipo de cerveza que se quiere obtener.

La fermentación alta o cerveza *ale* se realiza entre 18 y 22 °C y en ella se utiliza levadura *Saccharomyces cerevisiae*, que después de la fermentación queda en la parte alta del tanque. Por otro lado, la fermentación baja o cerveza *lager* se da entre 6 y 15 °C con levadura *Saccharomyces carlsbergensis*, quedando ésta en la parte baja del tanque. Por último, puede darse una fermentación espontánea dando cervezas *lambic* con levaduras autóctonas (Bamforth, 2010).

A continuación, la levadura se introduce en el mosto enfriado dentro del recipiente de fermentación. Una vez completada la fermentación del mosto, es importante eliminar el exceso de levadura antes de la maduración, eliminando de la cerveza la levadura asentada en el fondo del tanque o flotando en la superficie de la cerveza. Después la cerveza verde o inmadura debe ser acondicionada para producir un producto estable y de calidad adecuada para el envasado. Este proceso se llama maduración. Los objetivos de la maduración de la cerveza son la clarificación, la carbonatación y la maduración del sabor, la sedimentación de la levadura y la estabilidad coloidal (Callejo et al., 2017).

Hay que señalar que en las cervezas industriales entre el acondicionamiento y el envasado se produce la filtración y la pasteurización (o bien de la botella si así va a ir almacenada, o de la cerveza si va a almacenarse en barril), característica que no poseen las cervezas artesanas y que se utiliza en mayor parte para alargar la vida útil al producto.

En cambio, en las cervezas artesanales se produce una segunda fermentación o fermentación en botella en la que se añaden azúcar y levadura y se deja reposar la

mezcla durante dos semanas aproximadamente como seguro de calidad del producto final. Lo que ocurre en este paso es que el azúcar añadido, sumado a la levadura, se transforma en más alcohol y CO₂, y el residuo de la levadura se deposita en el fondo de la botella. Como el poco aire que puede quedar en la botella (que podría dar lugar a una oxidación en el futuro) se ha absorbido durante la segunda fermentación, no hace falta pasteurización y la cerveza sigue evolucionando y madurando dentro de la botella (Callejo et al., 2017). En las grandes microcerveceras esta parte del proceso se realiza en un tanque y no añadiendo en cada botella azúcar y levadura ya que el volumen de producción es muy grande y se necesitaría mucho tiempo para hacer esto.

5. SEGMENTOS DE MERCADO DE LA CERVEZA ARTESANAL

Dentro del mercado de la cerveza artesanal se pueden distinguir cuatro segmentos diferenciados: microcerveceras, brewpubs, cerveceras regionales y compañías cerveceras por contrato.

-Microcervecera: produce menos de 15.000 barriles (17.600 HL) de cerveza al año, con un 75% o más de su cerveza vendida en mercados regionales y nacionales. Este tipo de empresas venden al público por uno o varios de los siguientes métodos: el sistema tradicional de tres niveles (cervecero-mayorista-minorista-consumidor), el sistema de dos niveles (cervecero actúa como mayorista-minorista-consumidor), y directamente al consumidor y/o en el sitio como un restaurante.

-Brewpub: es un restaurante-cervecería que vende 25% o más la cerveza que produce. La cerveza se prepara principalmente para la venta en el restaurante y el bar, dispensándose a menudo directamente de los tanques de almacenamiento de la cervecera. Donde lo permite la ley, los brewpubs a menudo venden cerveza “para llevar” y/o distribuir fuera del lugar de venta directa.

-Cervecería artesanal regional: es una cervecera que vende entre 15.000 y 6.000.000 barriles anuales.

-Compañías cerveceras por contrato: son un negocio en el cual se contrata a otra cervecera para producir su cerveza. Simplemente elaboran en una fábrica que ya funciona donde tienen su propio fermentador o lo alquilan durante el proceso productivo. El negocio funciona porque esta compañía compra todo un lote y actúa de distribuidora de la cerveza, nunca bajo la figura de producción, ya que eso requeriría otro registro sanitario de planta y producto, que no se da (Brewers Association, 2016).

También puede ser que una cervecera contrate a otra para producir cerveza adicional. La empresa cervecera por contrato se encarga de la comercialización, venta

y distribución de su cerveza, mientras que generalmente deja la elaboración de cerveza y el envasado al productor de la fábrica-

A menudo, los microcerveceros reinterpretan los estilos tradicionales de cerveza al caracterizarlos de una manera original e innovadora. Durante las últimas décadas, de hecho, su principal rasgo ha sido variar la cantidad, calidad y variedad del lúpulo, utilizar una combinación variada y alguna vez utilizar nuevos cereales crudos o malteados o modificar el sabor de la cerveza con la adición de frutas, especias, etc. Como resultado, las microcervecías usualmente obtienen cerveza más oscura, más fuerte y más sabrosa que las cervezas industriales (Feeney, 2017).

Por lo tanto, las cervezas artesanales son productos más diferenciados y su éxito en el mercado depende menos del precio y más de la capacidad de captar los gustos cambiantes de los consumidores.

6. MICROCERVECERÍAS EN EL CONTEXTO MUNDIAL

En la actualidad existen pocas estadísticas relacionadas con la existencia de microcervecías a nivel global, por lo que es sumamente difícil hacer un inventario riguroso de los principales países productores y consumidores de cerveza artesanal. Sin embargo, es posible obtener una buena aproximación considerando cuáles son los países históricamente líderes del sector. Así, se podría posicionar como principales países productores de cerveza artesanal a EEUU, Reino Unido (país en que se origina el movimiento), Alemania, Bélgica, Irlanda o Canadá y a cierta distancia les siguen Australia, Dinamarca, Méjico, Holanda o Suecia (Nelson, 2005). Más recientes son los casos de Italia, Noruega, Brasil, ciertos países sudamericanos (Argentina o Chile) o España (Gómez-Corona et al., 2016).

Si bien la cerveza artesanal es cada vez más popular en muchos países, los datos indican que Estados Unidos lidera el camino en el crecimiento de este segmento de la industria cervecera. Incluso utilizando la definición europea más restrictiva de una microcervecía (una fábrica de cerveza que produce no más de 1000 hL de cerveza por año), Estados Unidos tenía 3196 establecimientos de ese tipo en 2016 (Brewers Association, 2017). Esto es considerablemente más que el país europeo líder, Reino Unido, que tenía 2250 microcervecías en 2016 (Brewers of Europe, 2017). Además, la cerveza artesanal estadounidense se está volviendo cada vez más popular en Europa, donde los consumidores parecen estar entusiasmados con las cervezas innovadoras que producen las cerveceras de EEUU. Por ejemplo, las exportaciones estadounidenses de cerveza artesanal a Reino Unido se duplicaron entre 2011 y 2015 (Gatrell et al., 2017).

A continuación se presenta el sector de cerveza artesanal de los dos continentes en los que más se ha desarrollado: América y Europa.

6.1 América

La primera microcervecería americana se abrió en 1976, y desde entonces, especialmente en las últimas dos décadas, la industria de la cerveza artesanal americana ha mostrado un tremendo crecimiento (Mathews, 2016).

La cerveza craft o indie (independiente) ha ido aumentando en las últimas décadas hasta llegar a ocupar el 17,6% de la industria de la cerveza en EEUU en 2014 con más de 3000 microcervecerías en 2016 (figura 2), siendo Pensilvania el primer estado en el ranking seguido de California y Colorado (Feeney, 2017; Brewers Association, 2016). Además, el mercado de las cervezas artesanales en los Estados Unidos creció un 12,8% en 2015 (Gatrell et al. 2017).

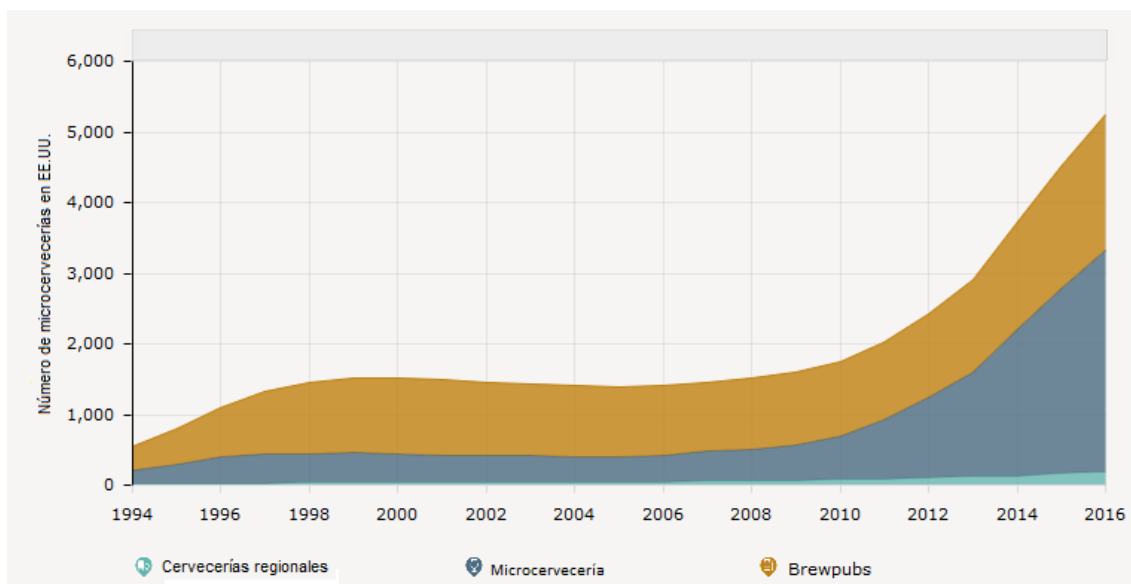


Figura 2. Recuento del número de microcervecerías en EEUU por categorías en los últimos años (Brewers Association, 2016)

En los últimos años se ha observado un crecimiento muy pronunciado de consumo de cerveza en personas jóvenes de entre 21 y 30 años, habiéndose cuadruplicado el volumen de cerveza artesanal producida entre 2005 y 2014 (Mudura et al., 2016), aumentando en el último año un 5% con una producción de más de 25 millones de barriles, lo que se traduce en casi 30 millones de hL de cerveza artesana producida en EEUU en 2017 (Brewers Association, 2017).

La legalización de las cervecerías artesanales y caseras en 1976, que redujo los impuestos especiales para los fabricantes de cerveza que vendían menos de 2 millones de barriles, y el aumento de la preferencia de los consumidores por las cervezas

especializadas, fueron dos de las razones del aumento de las cervecerías artesanales (Tremblay & Tremblay, 2005).

Además de los Estados Unidos, otros países están experimentando un auge en este sector, pero aquí la situación es algo diferente. Canadá muestra un desarrollo similar al de Estados Unidos, y aproximadamente un 10% del mercado cervecero pertenece a la cerveza artesanal (Lamertz et al., 2016). En 1982 se abre la primera microcervecería en el país, y desde entonces Canadá ha experimentado un crecimiento espectacular de nuevas cerveceras artesanales de pequeña escala orientadas principalmente a los mercados locales (Eberts, 2014). En 2009, Canadá contaba con casi 210 establecimientos de elaboración de cerveza (Patterson et al., 2014), y en 2015 se estimó en más de 600 (Beer Canadá, 2015).

También en México la cerveza artesanal se hace notoria, donde el consumo de cerveza indie aumentó un 25% durante 2013. Todo ello sin olvidar que en Sudamérica la cerveza artesanal se ha vuelto muy popular, siendo Brasil el mayor productor de cerveza artesanal en toda América del Sur (Gómez-Corona et al., 2016).

6.2 Europa

Los principales países europeos consumidores de cerveza en el siglo XIX eran Reino Unido, Alemania y Bélgica. La producción de cerveza a gran escala comenzó en el siglo XIX con mejoras de la tecnología y la investigación científica en microbiología. La primera investigación científica significativa sobre fermentaciones se llevó a cabo por Louis Pasteur para eliminar bacterias entre 1861 y 1876 (Callejo et al., 2017).

En el Reino Unido, las cervezas inglesas tradicionales de estilo *ale* estaban perdiendo poco a poco importancia frente a las de estilo *lager*, especialmente las producidas por compañías multinacionales. Una consecuencia de esta situación es la aparición en 1971 de la Campaña por la *A/e* real (CAMRA) que promueve la artesanía y calidad de la cerveza *ale*, en reacción a la pérdida de producción de cerveza *ale*. Es una organización de consumidores y como tal podemos concluir que mientras que en EEUU el desencadenante de la revolución de la microcervecería vino desde el lado de la oferta, en el Reino Unido fue claramente la demanda.

En 2011, la Sociedad Británica de Cerveceros Independientes (SIBA) informó que la afiliación de cervecerías artesanales se había duplicado desde 2002 hasta llegar a 463 empresas que ofrecían 2500 cervezas de barril, con 3500 cervezas estacionales y 1750 marcas embotelladas (SIBA, 2011). En cambio, en 2017 su representación en el sector cervecero independiente se encuentra entre el 80 y el 85% del total producido

con alrededor de 840 miembros, llegando además a los casi 300 proveedores asociados durante el año (SIBA, 2017).

Por otro lado, en 2012, la producción de cerveza artesana italiana fue de 13,5 millones de hectolitros, representando cerca del 75% del consumo italiano total (17,6 millones de hectolitros) (Mascia et al. 2014) llegando a 14 millones y medio de hL en 2017 (Brewers of Europe, 2017).

El crecimiento en este sector de 2009 a 2014 supera entre el 90 y 145% en Suiza, Reino Unido, Francia, Italia y Eslovenia, mientras que en Eslovaquia, República Checa, Suecia y Noruega alcanza valores de crecimiento entre 333 y 400%, estando España a la cabeza con el 1000% de aumento en ventas de cerveza craft (Gatrell et al., 2017) y alcanzando en 2017 a 483 (Brewers of Europe, 2017).

7. CALIDAD DE LA CERVEZA CRAFT

El estudio de la calidad de los alimentos, y de la cerveza, se hace cada día más importante desde el punto de vista de la salud y de las características organolépticas. El consumidor reclama que la cerveza se caracterice por un cuerpo, color, amargor, etc. determinados además de que sea segura en términos de microorganismos o contaminación de algún tipo. En este apartado se recoge una visión de algunos puntos que hay que tener en cuenta para producir cerveza con una buena calidad; desde qué factores debemos medir para controlar la calidad hasta la importancia de que no aparezcan metales en la cerveza lista para el consumo, pasando por la autenticación de los diferentes estilos de cerveza.

7.1 Control de calidad

A pesar de mantener los mismos requisitos para el control de los procesos, las microcervecías tienen una capacidad de inversión más baja que las grandes industrias cerveceras y, a veces, la evaluación sensorial es un proceso esencial para los microcerveceros para asegurar una calidad reproducible del producto final sin necesidad de altas inversiones (Garofalo et al., 2015).

La mayoría de los parámetros generalmente monitorizados en microcervecías durante la fermentación son el pH, el contenido de sólidos solubles (SSC), la densidad óptica (OD) o la temperatura (Almonacid et al., 2012; Lachenmeir, 2007).

Durante la fermentación, el SSC disminuye debido a la transformación de los azúcares en etanol. El pH también disminuye durante la fermentación (McLeod et al., 2009).

El amargor, el contenido de etanol, el color EBC (European Brewery Convention) y el contenido de ácido láctico son otros factores utilizados para controlar el proceso de producción de cerveza, como describe Lachenmeir (2007). El contenido de etanol también fue analizado por Giovenzana et al. (2014) así como el SSC y pH al monitorizar la fermentación de la cerveza (Tabla 1).

Tabla 1. Características principales y análisis químico (SSC y pH) de tres cervezas artesanas con un tiempo de fermentación de 18 horas (Giovenzana et al. 2014).

Cerveza artesanal	Tipo	Fermentación	Grado alcohólico (%vol/vol)	Color	SSC	pH
Montestella	<i>Lager</i>	Baja	4.9	Oro	9.9-10.7	4.86-5.18
Sant'Ambroeus	<i>Ale</i>	Alta	7.1	Ámbar	11.0-15.9	4.48-5.08
Lambrate	<i>Lager</i>	Baja	6.8	Cobre	14.9-15.5	5.06-5.18

A su vez, el amargor (medido en unidades IBU) está relacionado con la cantidad total de iso- α -ácidos en la cerveza (Caballero et al., 2012). Hay muchos métodos para la determinación de iso- α -ácidos en cerveza, como por ejemplo espectrofotometría ultravioleta o cromatografía líquida acoplada con un detector de ultravioleta o de masas. Sin embargo, estos métodos analíticos normalmente requieren largos tiempos de análisis, muestreo complicado y el uso de equipos caros y sofisticados (Gutiérrez et al., 2013).

La mejora de la calidad de la cerveza artesanal es un requisito indispensable para las pequeñas cervecerías, motivo por el cual, los fabricantes de este tipo de cerveza prefieren manejar una instrumentación barata y fácil de usar. Por lo tanto, los análisis ópticos no destructivos y, en particular, la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) y espectroscopia de infrarrojo cercano y visible (VIS/NIR) pueden considerarse métodos idóneos para el análisis cualitativo y cuantitativo de muchos productos alimenticios y, entre ellos, la cerveza artesanal (Guidetti et al., 2012).

En relación a estos métodos, Giovenzana et al. (2014) evaluaron la posibilidad de utilizar un dispositivo óptico, no destructivo, portátil y barato basado en VIS/NIR (450-980 nm), para discriminar muestras de cervezas artesanales de acuerdo a sus propiedades ópticas. Adicionalmente, el análisis cuantitativo realizado se utilizó para predecir el SSC y el pH los principales parámetros utilizados en las microcervecerías para evaluar la finalización de la fermentación.

7.2 Autenticación

Desde el punto de vista analítico, la posibilidad de autenticar las muestras de cerveza fue considerada algo poco común (Erbe & Brückner, 2000) hasta los últimos años, donde un gran número de cervezas industriales fueron analizadas y caracterizadas por diferentes técnicas instrumentales con el objetivo de diferenciar, por ejemplo, a las trapenses de las no trapenses (Cajka et al., 2010; Matarucchi et al., 2010; Di Egidio et al., 2011; Engel et al., 2012). Para asignar un estilo a una cerveza determinada, existen diferentes controles en el ámbito de la cerveza. Cajka et al. (2010) basaron sus estudios en el perfil volátil, mientras que Matarucchi et al. 2010 utilizaron cromatografía líquida con espectrometría de masas (LC-MS) para caracterizar las muestras de cerveza elaboradas en algunas grandes cerveceras artesanales alemanas y de EEUU. Por otra parte, la posibilidad de utilizar espectroscopia de IR se ve como una alternativa más barata y potencialmente no destructiva ante los métodos cromatográficos y fue abordada primero por Di Egidio et al. (2011) que investigaron el rango del infrarrojo cercano (NIR), y posteriormente por Engel et al. (2012) que se centraron en el infrarrojo medio (MIR). La espectroscopia Raman también fue utilizada para este propósito (Fernández et al., 2012), siendo lo más novedoso las lenguas electrónicas para la clasificación de cervezas estudiadas por Gutiérrez et al. (2013) basadas en sensores potenciométricos y voltamperométricos. Se demostró que, al menos para algunas clases de cervezas, todas estas técnicas instrumentales quimiométricas podrían proporcionar una autenticación fiable con un error de clasificación relativamente bajo.

En cuanto a la cerveza craft, la inversión para determinar la calidad es inferior a la de las cervezas industriales, por lo que estas técnicas no se utilizan en este campo. Aun así, Garduño-García et al. (2014) estudiaron el comportamiento del proceso de fermentación de la cerveza artesanal mediante un modelo matemático dinámico. Las variables medidas durante la fermentación fueron: concentración de glucosa, maltosa, maltotriosa y etanol. Se tuvieron en cuenta la temperatura de fermentación, la presión en la parte superior del fermentador y la concentración inicial de la levadura, y predicen la densidad del mosto, la concentración de azúcar residual, la concentración de etanol y el dióxido de carbono liberado. Se concluyó que el modelo que simula la dinámica del proceso de fermentación de la cerveza industrial mediante las variables antes nombradas, puede ser útil para predecir el comportamiento de las variables que influyen en el proceso de fermentación de la cerveza artesanal.

7.3 Presencia de metales

Los cerveceros deben garantizar la seguridad del producto. Se debe tener la certeza de que las materias primas cumplen con los requisitos legales (en cuanto a compuestos químicos para la prevención de plagas) y por tanto, que la cerveza lista para el consumo también cumple con los límites legales de determinadas sustancias, como son los metales.

Dependiendo de la concentración y el tipo, los metales pueden ser esenciales o tóxicos para el cuerpo humano y también pueden afectar al proceso de elaboración y la calidad de la cerveza en cuanto a estabilidad se refiere. Los metales en cervezas pueden ser constituyentes naturales de las materias primas, restos de tratamientos fitosanitarios o pueden ser el resultado de la contaminación ambiental y/o producción (equipos y contenedores). Hay que tener en cuenta que el agua es el ingrediente principal de la cerveza y que su pureza es de primordial importancia ya que la concentración final de metales tóxicos puede estar relacionada con la cantidad aportada por el agua empleada en el proceso de producción (Passaghe et al., 2015).

Ciertos metales como níquel, cadmio, arsénico, antimonio, tungsteno, plomo, mercurio, torio y uranio pueden ser perjudiciales debido a sus efectos adversos sobre las funciones biológicas y por tanto su ingesta en la dieta, incluso en pequeñas cantidades, puede ser muy peligrosa (Mayer et al., 2003). Otros elementos esenciales para el cuerpo humano, son considerados tóxicos sólo a altas dosis o niveles de exposición, como cobre, cromo, selenio y zinc. La toxicidad de los metales pesados varía de acuerdo a su estado de oxidación, solubilidad y las diferentes formas orgánicas e inorgánicas en las que se presenten. Además, su toxicidad depende de la dosis de exposición, frecuencia y duración, de las especies biológicas específicas, edad, sexo, susceptibilidad individual y factores genéticos y nutricionales (Zufall & Tyrell, 2008).

Passaghe et al. (2015) monitorizaron la distribución de algunos metales peligrosos en altas concentraciones (Cd, Cr, Cu, As, Fe y Zn) en el proceso de producción de la cerveza artesana (Figura 3) y encontraron que las concentraciones detectadas de estos metales fueron extremadamente bajas (del orden de $\mu\text{g/L}$) o nulas. Además, se demostró que los metales tóxicos que se encuentran inicialmente en el mosto debido a las materias primas utilizadas se quedan en los residuos durante el proceso cervecero. Por lo tanto, solo una cantidad insignificante de ellos pasa al producto final.

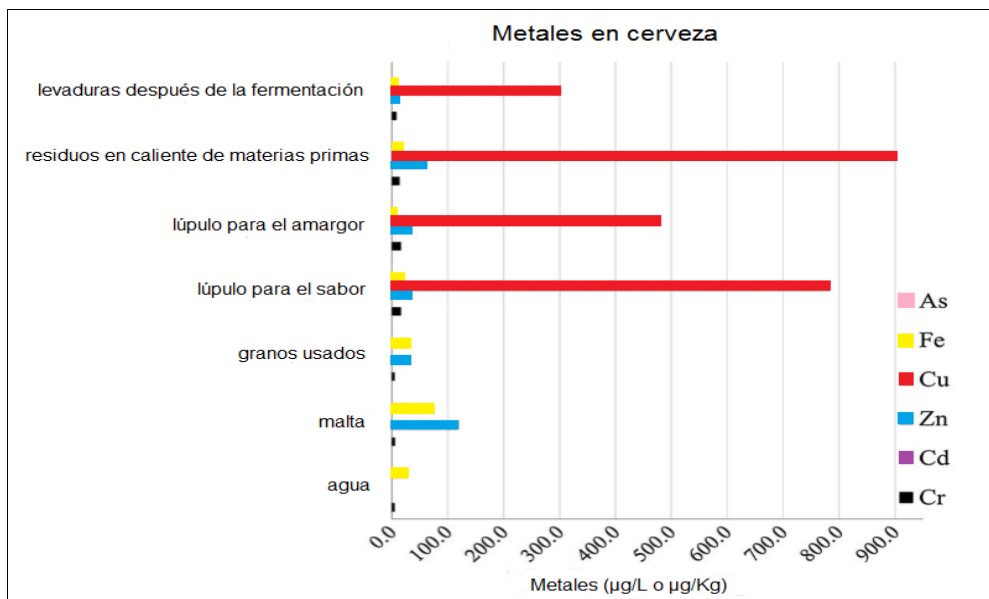


Figura 3. Metales tóxicos en materias primas y deshechos de la cerveza durante el proceso de producción de cerveza artesana (Passaghe et al., 2015).

8. MICROBIOLOGÍA EN CERVEZA CRAFT

La cerveza es un sustrato susceptible de contaminación por microorganismos ya que contiene todos los elementos nutritivos esenciales. Sin embargo, la presencia de inhibidores como algunos compuestos de lúpulo, alcohol (0,5 – 10% p/p), dióxido de carbono y dióxido de azufre hacen que la cerveza sea suficientemente resistente a la contaminación microbiana. La cerveza se considera segura de patógenos transmitidos por los alimentos debido a su pH (3,8 – 4,7).

Además, procesos tales como filtración, almacenamiento a bajas temperaturas y pasteurización (en cervezas industriales) reducen la contaminación. No obstante, algunos microorganismos, tales como las bacterias lácticas (LAB), toleran los parámetros selectivos de la cerveza y conducen a alteraciones de la cerveza que pueden causar daño económico y pérdida de confianza del consumidor.

Al mismo tiempo, la cerveza artesanal es más propensa a la contaminación microbiana, ya que se puede originar acidificación y producción de compuestos aromáticos no deseados, dando lugar a un deterioro de la cerveza, siendo la fermentación una de las fases más delicadas del proceso de producción de la cerveza. Esto sucede debido a la habitual ausencia de pasteurización y microfiltración en la elaboración de la cerveza artesanal, la levadura permanece en el producto, por esta razón la cerveza artesanal permanece “viva” y evoluciona con el tiempo, además de no eliminar la posible contaminación como sí ocurre en la cerveza industrial. Esto justifica la necesidad de mediciones de calidad durante todo el proceso y no sólo en la cerveza

acabada. La monitorización debe ser realizada tanto en las materias primas como en las diferentes etapas del proceso de elaboración.

Se puede abordar este problema desde el punto de vista de las etapas individuales del proceso. La cocción es un punto de control crítico para el manejo de bacterias potencialmente peligrosas. La correcta aplicación de la etapa de ebullición puede ayudar a controlar la contaminación bacteriana de la cerveza artesanal (Tabla 2). No obstante, se requiere un manejo cuidadoso de las materias primas y la implementación de medidas de control efectivas después de la ebullición para evitar la contaminación del producto después de esta etapa (Kim et al., 2015).

Tabla 2. Efectos bactericidas de la cocción (Kim et al., 2015)

Bacterias inoculadas		Población bacteriana (log UFC/mL)	
		Antes de la ebullición	Después de la ebullición
Célula vegetativa	<i>Bacillus cereus</i>	7.4-0.3	ND
	<i>Escherichia coli</i>	7.8-0.0	ND
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	7.8-0.4	ND
	<i>Salmonella</i> <i>Typhimurium</i>	7.5-0.1	ND
	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	7.9-0.0	ND
	<i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i>	7.2-0.3	ND

En esta misma fase, los α ácidos del lúpulo se transforman en iso- α -ácidos. Más recientemente, se ha encontrado que el contenido de ácidos de lúpulo incluido en la levadura procedente de la elaboración artesanal es mucho mayor que en la levadura de las grandes cervecerías y/o multinacionales. Los niveles de ácidos α del lúpulo fueron 12 veces más altos y los ácidos totales de lúpulo cinco veces superiores. (Harlow et al., 2016)

Algunos autores han enfocado sus estudios a los problemas de contaminación en el ambiente de la microcervecería considerando la ausencia de pasteurización y filtración.

Paradh & Hill (2014) identificaron varias fuentes de contaminación en la misma cervecería. Estudiaron a fondo las bacterias Gram negativas y el daño que provocan en

la cerveza craft (tabla 3), así como los productos metabólicos de cada una de ellas ya que son las únicas responsables del deterioro de este producto.

Tabla 3. Efectos de deterioro y productos metabólicos producidos por bacterias Gram negativas en la cerveza (Paradh & Hill, 2014).

Bacteria	Presencia en ambientes cervecedores	Sabor/aroma y olor	Efectos visuales del deterioro	Productos metabólicos
Bacterias ácido acéticas				
<i>Acetobacter</i>	Mosto, dispensador de cerveza, cervezas en barrica y biofilm de cervecería.	Agrio, vinagre	Turbidez, viscosidad	Ácido acético
<i>Gluconobacter</i>	Mosto, dispensador y barril (ale)	Agrio, vinagre	Turbidez	Ácido acético, acetato
<i>Zymomonas</i>	Cervezas preparadas	Afrutado, manzana podrida, huevo podrido, sulfuroso	Turbidez viscosidad	Acetaldehído y ácido sulfhídrico
Enterobacteriaceae				
<i>Obesumbacterium</i>	Levadura de lanzamiento y mosto fermentado	Chirivía, sulfuroso	Turbidez	Dimetil sulfuros (DMS), diacetil, altos alcoholes y nitrosaminas
<i>Citrobacter</i>	Licor de cerveza, mosto fermentado	Chirivía, sulfuroso	-	DMS, diacetil, ácido láctico y acetaldehído
<i>Rahnella</i>	Levadura de lanzamiento, primeras etapas de fermentación (mosto)	Afrutado, sulfuroso	-	DMS, diacetil, metilacetato y etilacetato
<i>Klebseilla</i>	Mosto fermentado, biofilm	Olor desagradable	-	4-vinilguayacol, DMS, diacetil
Anaerobios obligatorios				
<i>Pectinatus</i>	Alcohol bajo en cerveza no pasteurizada, llenado de cerveza, biofilm	Huevos podridos, olor desagradable	Turbidez	Ácido acético, ácido propiónico, ácido láctico, ácido succínico, ácido sulfhídrico, metil mercaptano y otros compuestos sulfurados
<i>Megasphaera</i>	Alcohol bajo en cerveza no pasteurizada, llenado de cerveza, biofilm	Olor desagradable	Turbidez	Ácido sulfhídrico, ácido butírico, ácido isobutírico, ácido caprónico, ácido valérico y ácido isovalérico
<i>Selenomonas</i>	Levadura de lanzamiento	Olor desagradable	Turbidez	Ácido acético, ácido láctico y ácido propiónico
<i>Zymophilus</i>	Levadura de lanzamiento o residuos	Olor desagradable	Turbidez	Ácido acético y ácido propiónico

En la misma línea, Manzano et al. (2011) diseñaron un experimento en el que se monitorizó la producción de cerveza craft utilizando métodos microbiológicos y moleculares clásicos; uno de ellos antes de la implementación del programa de saneamiento y otro después del proceso de limpieza. Se llevaron a cabo análisis microbiológicos del aire, de las materias primas, de la suspensión de levadura, del mosto (antes y durante la fermentación) y de la cerveza filtrada. El trabajo mejoró la comprensión de los microorganismos responsables del deterioro de la cerveza artesanal que están presentes en el proceso de producción de la misma (*Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus brevis*).

La formación de biofilms bacterianos en el entorno de la microcervecería también es motivo de estudio para Maifreni et al. (2015), que demostraron que los biofilms microbianos en ambientes de la microcervecería podrían albergar bacterias que pueden crecer y deteriorar la cerveza como por ejemplo, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus lindneri* y *Pediococcus pentosaceus*, y que podrían desaparecer con ayuda de un desinfectante a base de ácido peracético.

En cuanto a las materias primas, uno de los grandes problemas de la cerveza craft es la presencia de micotoxinas: metabolitos secundarios tóxicos producidos por algunos hongos en el crecimiento de cereales. Piacentini et al. (2015) estudiaron la presencia de dos de estas micotoxinas, deoxinivalenol y fumiosina B1, en cervezas artesanales del sur de Brasil. Las concentraciones de estas sustancias en la cerveza artesanal probablemente fueron causadas por la presencia generalizada y alta de estas toxinas en la cebada, que además parecen ser muy estables durante el proceso de elaboración de la cerveza. La eliminación de las toxinas del producto debe asegurarse ya sea por razones de calidad o de salud.

Las aminas biógenas también constituyen un problema para este producto. Son compuestos nitrogenados que se encuentran en alimentos expuestos a fermentación o contaminación microbiana. Las principales son histamina y tiramina y pueden reaccionar con nitritos dando nitrosaminas (compuestos cancerígenos). Mozzon et al. (2015) observaron, que el tipo y nivel de aminas biógenas en la cerveza artesanal es muy variable, influenciado por la calidad de las materias primas, la técnica de elaboración de la cerveza, la contaminación microbiana durante la fermentación y las condiciones de almacenamiento.

9. CONCLUSIONES Y TENDENCIAS FUTURAS

La cerveza artesanal es un producto cada vez más demandado que ha incrementado en gran proporción sus ventas en las últimas décadas a nivel mundial ganándole cuota de mercado a la cerveza industrial. Esto es debido a la calidad organoléptica y variabilidad que aportan estas cervezas craft en contraposición con las cervezas industriales.

Las cervezas artesanales se caracterizan por tener mayor grado alcohólico y mayor cantidad de lúpulo en su receta, mientras que las cervezas industriales resultan más económicas y presentan sabores similares.

En el futuro, podría ser muy interesante llevar a cabo estudios de mercado para identificar las características demográficas y los hábitos de los consumidores de cerveza artesanal, así como sus motivaciones para el consumo, generando información sólida para que la industria elabore posibles estrategias para expandir este segmento del mercado, así como para satisfacer las necesidades y deseos de los actuales consumidores.

Por último, indicar, que dentro de las investigaciones que se podrían llevar a cabo para la elaboración de nuevos productos dentro del sector, se encuentran las cervezas artesanales con propiedades antioxidantes o probióticos, pudiendo ayudar a reducir la oxidación y fortalecer el contenido fenólico que normalmente se reduce durante las etapas de ebullición, embotellado y almacenamiento. Esto promete mejorar la estabilidad y la vida útil de las cervezas sin la incorporación de conservantes artificiales y se espera que sea bien acogido por los consumidores especialmente preocupados por su salud.

10. REFERENCIAS

- Almonacid, S.F., Nájera, A.L., Young, M.E., Simpson, R.J., Acevedo, C.A. (2012). Comparative study of stout beer batch fermentation using free and microencapsulated yeasts. *Journal of Food Bioprocess Technology*, 5, 750–758.
- Aquilani, B., Laureti, T., Poponi, S., Secondi, L. (2015). Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. *Journal of Food Quality and Preference*, 41, 214-224.
- Bamforth, C.W. (2010). What does the future hold for traditional malted ingredients? *Brewer's Guardian*, 43-44.
- Beer Canadá: www.beercanada.com/sites/default/files/2015_industry_trends_final.pdf
Última consulta: 19/08/2017
- Biancolillo, A., Bucci, R., Magrì, A. L., Magrì, A. D., Marini, F. (2014). Data-fusion for multiplatform characterization of an Italian craft beer aimed at its authentication. *Analytica Chimica Acta*, 820, 23–31.
- BOE nº 304, sección I, págs. 88520-88524, Diciembre 2016.
- Brewers Association (2016). (https://www.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2016/04/2016_BA_Beer_Style_Guidelines.pdf).
- Brewers Association (2017) (<https://www.brewersassociation.org/statistics/number-of-breweries>) Última consulta: 04/07/2018
- Brewers of Europe (2017) (<https://www.brewersofeurope.org/uploads/mycms-files/documents/publications/2017/Statistics-201712-001.pdf>) Última consulta: 04/07/2018
- Caballero, I., Blanco, C.A., Porras, M. (2012). Iso- α -acids, bitterness and loss of beer quality during storage. *Trends in Food Science & Technology*, 26, 21-30.
- Cajka, T., Riddellova, K., Tomaniova, M., Haislova, J. (2010). Recognition of beer brand based on multivariate analysis of volatile fingerprint. *Journal of Chromatography A*, 1217, 4195–4203.
- Callejo, M.J., González, C., Morata, A. (2017). Use of Non-Saccharomyces Yeast in Bottle Fermentation of Aged Beers. INTECH. Chapter 5, 100-119.
- Carroll, G. R., Swaminathan, A. (2000). Why the microbrewery movement? Organizational dynamics of resource partitioning in the U.S. brewing industry. *American Journal of Sociology*, 106, 715 – 762.
- Davies, N. (2016). Malts. *Brewing materials and processes*. Chapter 1, 1-25.
- Di Egidio, V., Oliveri, P., Woodcock, T., Downey, G. (2011). Confirmation of brand identity in foods by near infrared transreflectance spectroscopy using classification and class-modelling chemometric techniques – The example of a Belgian beer. *Food Research International*, 44, 544–549.

- Eberts, D. (2014). Neolocalism and the branding and marketing of place by Canadian microbreweries. *The Geography of Beer*, 189-199.
- Engel, J., Blanchet, L., Buydens, L.M.C, Downey, G. (2012). Confirmation of brand identity of a Trappist beer by mid-infrared spectroscopy coupled with multivariate data analysis, *Talanta*, 99, 426–432.
- Erbe, T., Brückner, H. (2000). Chromatographic determination of amino acid enantiomers in beers and raw materials used for their manufacture. *Journal of Chromatography A*, 881, 81–91.
- Feeney, A.E. (2017). Cultural heritage, sustainable development, and the impacts of craft breweries in Pennsylvania. *City, culture and society*, 1-10.
- Fernández, A., Pierna, L., Duponchel, C., Ruckebush, D., Bertrand, V., Baeten, P., Dardenne, B. (2012). Trappist beer identification by vibrational spectroscopy: a chemometric challenge posed at the. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 113.
- Fu Vivian, A., Tiemi, C., Noin, D., Ramos, R. (2016). Mass spectrometry for the characterization of brewing process. *Journal of Food Research International*, 89, 281-288.
- Garduño-García, A., López-Cruz, I.L., Ruíz-García, A., Martínez-Romero, S. (2014) Fermentation process simulation of homebrewing beer. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15, 221-232.
- Garofalo, C., Osimami, A., Milanovic, V., Taccari, M., Aquilanti, L., Clementi, F. (2015). The occurrence of beer spoilage lactic acid bacteria in craft beer production. *Journal of Food Science*, 80, 12.
- Gatrell, J., Reid, N., Steiger, T.L. (2017). Branding spaces: place, region, sustainability and the American craft beer industry. *Journal of Applied Geography*, 1-11.
- Giovenzana, V., Beghi, R., Guidetti, R. (2014). Rapid evaluation of craft beer quality during fermentation process by vis/NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering* 142, 80-86.
- Gómez-Corona, C., Escalona-Buendía, H.B., García, M., Chollet, S., Valentin, D. (2016). Craft vs. industrial: Habits, attitudes and motivations towards beer consumption in Mexico. *Journal of Appetite*, 96, 358-367.
- Guidetti, R., Beghi, R., Giovenzana, V. (2012). Chemometrics in food technology. *Chemometrics in Practical Applications*, 217–252.
- Gutiérrez, J.M., Haddi, Z., Amari, A., Bouchikhi, B., Mimendia, A., Cetó, X, del Valle, M. (2013). Hybrid electronic tongue based on multisensory data fusion for discrimination of beers. *Sensors and Actuators B: Chemical* 177, 989-996.
- Harlow, B.E., Bryan, R.W., Cohen, S.D., O'Connell, S.P., Flythe, M.D. (2016). Degradation of spend craft brewer's yeast by caprine rumen hyper ammonia-producing bacteria. *Letters in applied microbiology*, 63, 307-12.

- Holt, S., Mukherjee, V., Lievens, B., Verstrepen, K.J., Thevelein, J.M. (2018). Bioflavoring by non-conventional yeasts in sequential beer fermentations. *Food Microbiology*, 72, 55-66.
- Hornsey, I.S. (2003). *A History of Beer and Brewing*. The Royal Society of Chemistry. Taylor & Francis Group. Cambridge, UK.
- Kaur, M., Bowman, J.P., Stewart, D.C., Sheehy, M., Janusz, A., Speers, R.A., Koutoulis, A., Evans, D.E. (2012). TRF LP analysis reveals that fungi rather than bacteria are associated with premature yeast flocculation in brewing. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 39, 1821-1832.
- Kim, S.A., Jeon, S.H., Kim, N.H., Kim, H.W., Lee, N.Y., Cho, T.J., Jung, Y.M., Lee, S.H., Hwang, I.G., Rhee, M.S. (2015). Changes in the microbial composition of Microbrewed Beer during the process in the actual manufacturing line. *Journal of Food Protection*, 78, 2233-2239.
- Kobayashi, M., Shimizu, H., Shioya, S. (2008). Beer volatile compounds and their application to low-malt beer fermentation. *Journal of bioscience and bioengineering*, 106 (4), 317-323.
- Lachenmeier, D.W. (2007). Rapid quality control of spirit drinks and beer using multivariate data analysis of Fourier transform infrared spectra. *Food Chemistry*, 101, 825, 832.
- Lamertz, K., Foster, W.M., Coraiola, D.M., Kroezen, J. (2016). New identities from remnants of the past: an examination of the history of beer brewing in Ontario and the recent emergence of craft breweries. *Journal of Business History*, 58, 796-828.
- Machado, J.C., Faria, M.A., Ferreira, I., Pascoa, R., Lopes, J.A. (2018). Varietal discrimination of hop pellets by near and mid infrared spectroscopy. *Talanta*, 180, 69-75.
- Maifreni, M., Frigo, F., Bartolomeoli, I., Buiatti, S., Picon, S., Marino, M. (2015). Bacterial biofilm as a possible source of contamination in the microbrewery environment. *Food Control*, 50, 809-814.
- Manzano, M., Iacumin, L., Vendrame, M., Cecchini, F., Comi, G., Buiatti, S. (2011). Craft Beer Microflora Identification Before and After a Cleaning Process. *Journal of the Institute of Brewing*, 117, 343-351.
- Mascia, I., Fadda, C., Dostálek, P., Olšovská, J., Del Caro, A. (2014). Preliminary characterization of an Italian Craft durum wheat beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 120, 495-499.
- Mascia, I., Fadda, C., Karabín, M., Dostálek, P., Del Caro, A. (2016). Aging of Craft durum wheat beer fermented with sourdough yeasts. *Food Science and Technology*, 65, 487-494.
- Mastanjevic, K., Sarkanj, B., Krska, R., Svlyok, M., Warth, B., Mastanjevic, K., Santek, B., Krstanovic, V. (2018). From malt to wheat beer: a comprehensive multi-toxin

screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. *Food chemistry*, 254, 115-121.

Mathews, A. J., M. T. Patton (2016). Exploring place marketing by American microbreweries: neolocal expressions of ethnicity and race. *Journal of Cultural Geography*, 1-35.

Mattarucchi, E., Stocchero, M., Moreno-Rojas, J.M., Giordano, G., Reniero, F., Guillou, C. (2010). Authentication of Trappist beers by LC-MS fingerprints and multivariate data analysis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 12089–12095.

Mayer, H., Marconi, O., Floridi, S., Montanari, L., Fantozzi, P. (2003). Determination of Cu (II) in beer by derivative potentiometric stripping analysis. *Journal of the Institute of Brewing*, 109, 332-336.

McLeod, G., Clelland, K., Tapp, H., Kemsley, E.K., Wilson, R.H., Poulter, G., Coombs, D., Hewitt, C.J., (2009). A comparison of variate pre-selection methods for use in partial least squares regression: a case study on NIR spectroscopy applied to monitoring beer fermentation. *Journal of Food Engineering*, 90, 300–307.

Meussdoerffer, F. (2009). *A Comprehensive History of Beer Brewing. Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets.*

Mozzon, M., Boselli, E., Obiedziński, M.W., Frega, N.G. (2015). Occurrence of biogenic amines in beers produced with malted organic Emmer wheat (*Triticum dicoccum*). *Food Additives & Contaminants: Part A*.

Mudura, E., Coldea, T., Rotar, A., Pop, C., Semeniuc, C. (2016). Characterization of Romanian Craft Beers Based on Chemical Composition and Microbiological Analysis. *Food Science and Technology*, 73.

Mussche, R.A. (1999). Spontaneous fermentation- the production of Belgian *lambic*, gueuze and fruit beers. *Brewers' Guardian*, 128, 19-24.

Nelson, M. (2005). *The Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe.* Routledge. New York, NY.

Oladokum, O., James, S., Cowley, T., Dehrmann, F., Smart, K., Hort, J., Cook, D. (2017). Perceived bitterness character of beer in relation to hop variety and the impact of hop aroma. *Food Chemistry*, 230, 215-224.

Oladokum, O., Tarrega, A., James, S., Cowley, T., Dehrmann, F., Smart, K., Cook, D., Hort, J. (2016). Modification of perceived beer bitterness intensity, carácter and temporal profile by hop aroma extract. *Food research international*, 86, 104-111.

Paradh, A.D., Hill, A.E., Mitchell, W.J. (2014) Detection of Beer Spoilage Bacteria *Pectinatus* and *Megasphaera* with Acridinium Ester Labelled DNA Probes Using a Hybridisation Protection Assay. *Journal of Microbiological Methods*, 96, 25-34.

Passaghe, P., Bertoli, S., Tubaro, F., Buiatti, S. (2015). Monitoring of some selected heavy metals throughout the brewing process of craft beers by inductively coupled plasma mass spectrometry. *European Food Research and Technology*, 241, 199-215.

Patterson, M.W., Hoalst-Pullen, N. (2014). Geographies of beer. The Geography of Beer: Regions, Environment, and Societies, 1-5.

Piacentini, K. C., Savi, G.D., Olivo, G., Scussel, V.M. (2015). Quality and occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in craft beer. Food Control, 50, 925-929.

Roberts, T.R. (2016). Brewing materials and processes. Chapter 3: hops, 47-75.

Rusell, I. (2016). Brewing materials and processes. Chapter 4: Yeast, 77-96.

Sakamoto, K., Konings, W.N. (2003). Beer spoilage bacteria and hop resistance. Journal of Food Microbiology, 89, 105-124.

SIBA. (2011). Local Beer: Brewing Industry Report 2011, Society of Independent Brewers, 20.

SIBA. (2017). Local Beer: Brewing Industry Report 2017, Society of Independent Brewers, 4.

Stewart, G.G., Hill, A.E., Rusell, I. (2013). 125th anniversary review: developments in brewing and distilling yeast strains. Journal of the Institute of Brewing 119, 202-220.

The Beer Times: <https://www.thebeertimes.com/ajustes-del-agua-para-la-elaboracion-de-cerveza> Última consulta: 03/04/2018

Tremblay, V.J., Tremblay, C.H. (2005). The U.S. Brewing Industry: Data and Economic Analysis. Massachusetts Institute of Technology Press. Cambridge, MA.

Zufall, C., Tyrell, T.H. (2008). The influence of heavy metal ions on beer flavour stability. Journal of the Institute of Brewing, 114, 134-142.