

# **Universidad Rey Juan Carlos**

Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología



**Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos**

**Curso académico 2023/2024**

**Trabajo de Fin de Grado**

**Estudio de mercado, procesado y contaminantes potenciales de la cerveza artesanal.**

**Autora: Beatriz Hidalgo Pozas**

**Tutora: Gemma Vicente Crespo**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. DEFINICIÓN DE CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1. INGREDIENTES.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2. PROCESO DE ELABORACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3. ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>15</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA EN BASES DE DATOS Y PÁGINAS WEBS.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2. BALANCES DE MATERIA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3. ENCUESTA A LA POBLACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. ANÁLISIS DE MERCADO DE LA CERVEZA TRADICIONAL EN ESPAÑA.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE LA CERVEZA.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1.2. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1.3. COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1.4. GRADO DE CONOCIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE LA SOCIEDAD.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1.5. RETOS DEL SECTOR.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2. BALANCES DE MATERIA DEL PROCESADO DE CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.1. SELECCIÓN DE LA BASE DE CÁLCULO.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.3. CÁLCULOS DE BALANCES DE MATERIA.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2.4. ANÁLISIS DE CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS Y EFICACIA POR TIPO DE CERVEZA.....</b>	<b>43</b>
<b>5.3. CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA CERVEZA ARTESANAL.....</b>	<b>45</b>
<b>5.3.1. CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS.....</b>	<b>46</b>
<b>5.3.2. CONTAMINANTES QUÍMICOS.....</b>	<b>48</b>
<b>5.3.3. CONTAMINANTES FÍSICOS.....</b>	<b>49</b>

<b>5.3.4. MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

#### INDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.....</b>	<b>16</b>
<b>Ecuación 2.....</b>	<b>17</b>

#### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Ranking World Beer Challenge 2023 (Results, 2023).....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 2 Composición mineral (ppm) del agua de regiones famosas por su cerveza (Gonzalez, M., 2017).....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 3 Diferencias entre cerveza artesanal e industrial.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 4 Principales fabricantes de cerveza en España (Alimarket, 2023).....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5 Principales fabricantes de cerveza artesanal en España (Alimarket, 2023).....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 6 Descripción diagrama de bloques.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 7 Cantidades de agua elaboración según receta.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 8 Balance de materia Molienda.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 9 Balance de materia Molienda Cerveza Lager.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 10 Balance de materia Molienda Cerveza Ale Tostada.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 11 Balance de materia Molienda Cerveza Ácida.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 12 Balance de materia Maceración.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 13 Balance de materia Filtración.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 14 Balance de materia Cocción.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 15 Desglose Lúpulos y agregados Cerveza Lager.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 16 Desglose Lúpulo y agregados Cerveza Ale Tostada.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 17 Desglose Lúpulo y agregados Cerveza Ácida.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 18 Balance de materia Whirpool.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 19 Balance de materia Enfriamiento.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 20 Balance de materia Fermentación.....</b>	<b>42</b>

<b>Tabla 21 Balance de materia Maduración.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 22 Contaminaciones y medidas preventivas en la producción de cerveza artesanal.....</b>	<b>50</b>

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1 Ingredientes de la cerveza (Valera Naranjo, 2018).....</b>	<b>10</b>
<b>Ilustración 2 Imagen de diferentes tipos de malta (Micet, 2022).....</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 3 Imagen de lúpulo (de Cerveza, C., 2020).....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 4 Cuota de mercado Europa (AECAI, 2020).....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 5 Fuentes y tipos de contaminación en la cerveza.....</b>	<b>46</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1 Diagrama de bloques cerveza artesanal (izquierda) VS cerveza industrial (derecha).....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 Documentos encontrados según año de publicación (Scopus).....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 3 Producción de cerveza en Europa (European Beer Statistics, 2022).....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4 Evolución de la producción de cerveza artesanal en España (AECAI, 2020).....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5 Distribución fabricas artesanales.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 6 Cerveceras activas 2023 REGSEAA.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 7 Evolución del número de microcervecerías en España (RGSEAA).....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 8 Resultados encuesta pregunta género.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 9 Resultados encuesta pregunta edad.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 10 Resultados encuesta pregunta “¿Conocía antes la diferencia entre una cerveza artesanal y una industrial”.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 11 Resultados encuesta pregunta “¿Había escuchado antes el concepto de cerveza artesanal?”.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 12 Resultados encuesta pregunta “¿Considera que la calidad de la cerveza artesanal es mejor que la calidad de la cerveza industrial?”.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 13 Resultados encuesta pregunta “¿Considera que el precio de la cerveza artesanal es caro?”.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 14 Resultados encuesta pregunta “La cerveza artesanal se puede comprar en tiendas especializadas y en internet. Además, se puede consumir en algunos bares y restaurantes. ¿Sabe si se puede comprar alguna marca de cerveza artesanal en su supermercado habitual?”.....</b>	<b>32</b>

<b>Figura 15 Resultados encuesta pregunta “¿Qué factores influyen en tu elección de cerveza artesanal?”</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 16 Diagrama de bloques proceso de producción cerveza artesanal</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 17 Diagrama de bloques molienda</b> .....	<b>36</b>
<b>Figura 18 Diagrama de bloques maceración</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 19 Diagrama de bloques filtración</b> .....	<b>38</b>
<b>Figura 20 Diagrama de bloques cocción</b> .....	<b>39</b>
<b>Figura 21 Diagrama de bloques whirlpool</b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 22 Diagrama de bloques enfriamiento</b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 23 Diagrama de bloques fermentación</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 24 Diagrama de bloques maduración</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 25 Malta utilizada para la producción de 1000L de cerveza</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 26 Agua utilizada para la producción de 1000L de cerveza</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 27 Lúpulo utilizado para la producción de 1000L de cerveza</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 28 Eficacia de la producción de 1000L de cerveza</b> .....	<b>45</b>

## 1. RESUMEN

Aunque las definiciones de cerveza artesanal varían globalmente, los elementos comunes incluyen la producción anual reducida, propiedad mayoritariamente independiente y el uso de ingredientes y procesos que distinguen a la cerveza artesanal de la producción industrial.

La revolución de la cerveza artesanal, originada en Estados Unidos en los años 60 y 70 por pioneros como Fritz Maytag y Jack McAuliffe, impulsó un interés global por cervezas de calidad y producción limitada. En España, a pesar de un mercado dominado históricamente por grandes cerveceras, desde la década de 2000 ha surgido un floreciente sector artesanal.

El proceso de producción de cerveza artesanal se fundamenta en cuatro ingredientes esenciales: agua, malta, lúpulo y levadura. El proceso de elaboración de la cerveza, tanto artesanal como industrial, se inicia con la maceración de cebada malteada, seguido por la filtración del mosto, la ebullición con lúpulo, y finalmente la fermentación con levadura para producir alcohol y CO<sub>2</sub>. La cerveza artesanal se distingue por etapas de producción más flexibles y el uso de ingredientes específicos de alta calidad, así como por no incluir etapas finales de filtración y pasteurización de la cerveza. Además, la cerveza artesanal se caracteriza por una amplia gama de estilos que se categorizan principalmente por el tipo de levadura utilizada.

El Trabajo Fin de Grado se propone como objetivo general analizar y comprender el proceso de producción de la cerveza artesanal en España, específicamente centrado en las cervezas laguer, tostada y ácida, además de evaluar su importancia en el contexto del mercado cervecero actual. Para alcanzar este fin, se desglosa en objetivos específicos que incluyen el análisis detallado del mercado de la cerveza tradicional en España, la evaluación del conocimiento y la frecuencia de consumo de estas cervezas comparándolas con la producción industrial, el estudio detallado de los métodos de producción de los tipos de cerveza mencionados mediante los correspondientes diagramas de bloques y balances de materia, y la investigación sobre los contaminantes potenciales en la producción artesanal, proponiendo medidas de control y mitigación para asegurar la calidad y seguridad del producto final.

La metodología del estudio abarcó desde una búsqueda bibliográfica detallada hasta el análisis práctico del proceso de producción de cerveza artesanal y la recolección de datos a través de encuestas. La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos como Scopus y Web of Science, enfocándose en literatura relevante sin restricciones temporales para comprender las tendencias en la producción y mercado de la cerveza artesanal. Se utilizó un enfoque metodológico específico para cada sección del estudio, aplicando palabras clave y filtros para seleccionar publicaciones pertinentes. El balance de materia se fundamentó en el principio de conservación de masa, aplicando ecuaciones para calcular la eficacia del proceso de producción de cerveza artesanal. Para ello, se utilizaron datos reales proporcionados por la empresa Compañía de Cervezas Valle del Kajs.

Además, para entender las preferencias y hábitos de consumo, se diseñó y aplicó una encuesta a la población mediante Microsoft Forms.

En cuanto a los principales resultados obtenidos en el Trabajo de Fin de Grado, destaca el análisis de mercado del sector cervecero en España, el cual nos refleja un notable crecimiento de la producción de cerveza artesanal, ya que España se posiciona como el segundo productor de cerveza más grande de Europa con 477 fábricas activas, y con un auge en la preferencia por productos artesanales que llevó a un incremento del 16,7% en la producción artesanal en 2022, a pesar de los desafíos impuestos por la competencia de las grandes cerveceras y las dificultades en la distribución. El sector de la cerveza artesanal se encuentra en un punto crítico, enfrentando desafíos significativos como la inflación del coste de la energía, escasez de suministros, y cambios en la distribución y preferencias de los consumidores.

El estudio realizado en España a través de una encuesta a 234 personas reveló que el interés y la aceptación de la cerveza artesanal parecen ser altos, especialmente entre los consumidores más jóvenes y de mediana edad, quienes valoran la calidad y la variedad de sabores que ofrece este tipo de cerveza frente a las opciones industriales tradicionales. No obstante, un sector de la población, sobre todo de mayor edad, todavía no conoce la diferencia entre cerveza artesanal e industrial y, por lo tanto, no conoce las propiedades de la cerveza artesanal.

En relación con los balances de materia en el proceso de producción de cerveza tradicional, específicamente enfocándose en los estilos lager, tostada y ácida, se destaca la metodología utilizada para este estudio, la cual se basa en datos reales de producción de la *Fábrica de Cervezas Valle del Kabs*, con una base de cálculo estandarizada para lotes de 1000 litros. Se presentan los diagramas de bloques y los resultados de los balances de materia en tablas detalladas que describen las corrientes de materiales involucrados en cada etapa del proceso de fabricación, desde la molienda de la malta hasta el producto final. Se emplean cálculos precisos de balances de materia para entender cómo los diferentes componentes (agua, malta, lúpulo, entre otros) se transforman a lo largo del proceso. Una vez realizados los balances de materia de los procesos de producción de cerveza artesanal de los estilos lager, tostada y ácida, se comparan los consumos de materias primas y la eficacia en los tres procesos.

La cerveza artesanal enfrenta desafíos significativos de contaminación en tres áreas principales: materias primas, proceso de producción y ambiente de producción en la fábrica, afectando su calidad y seguridad. Esta contaminación se clasifica en física (como microplásticos y metales), química (incluyendo micotoxinas y metales pesados) y microbiológica (bacterias y levaduras no deseadas), cada una con el potencial de deteriorar el producto final. Para asegurar la calidad y seguridad de la cerveza artesanal, se proponen una serie de estrategias específicas para cada fase de producción, diseñadas para mitigar los riesgos y garantizar que el producto final sea seguro y de alta calidad.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. DEFINICIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

La definición de cerveza artesanal es compleja, debido a las variaciones en significado y regulaciones específicas entre naciones y tradiciones cerveceras (Garavaglia, C., & Swinnen, J. (Eds.), 2019). Este terreno complejo ha llevado a una diversidad de interpretaciones, subrayada por las discrepancias evidentes en las definiciones adoptadas en países como por ejemplo Italia (Collegato Agricoltura DDL, 2018) y España (Real Decreto 678/2016).

En este contexto, la Brewers Association en Estados Unidos emerge como una referencia central al caracterizar a una cervecería artesanal como pequeña, independiente y arraigada en la tradición (Brewers Association, 2020a). La "pequeñez" se traduce en una producción anual inferior a 6 millones de barriles anuales, lo cual equivale a 9,5 millones de hectolitros anuales, mientras que la "independencia" implica que menos del 25% de la propiedad pertenezca a una cervecera industrial. El elemento "tradicional" resalta el uso de ingredientes históricos o innovadores y métodos de fermentación diferentes a los industriales.

En el contexto español, la delimitación de cerveza artesana, según establecen los estatutos de AECAI (Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes), alinea su perspectiva con la filosofía de otros organismos nacionales dedicados a la cerveza artesanal en distintos países (AECAI, 2020). Los principios que rigen esta definición incluyen:

1. Adherirse a la normativa vigente que regula la fabricación y venta de cerveza.
2. Garantizar que no exista participación directa o indirecta por parte de empresas que infrinjan las regulaciones relativas a volúmenes, métodos o ingredientes.
3. Limitar la producción anual a un máximo de 5 millones de litros.
4. Utilizar exclusivamente malta de cebada y/o trigo como fuente de almidón, con ciertas excepciones permitidas según las características particulares, siempre y cuando no superen el 10% de la producción total.

Según Mascia et al., 2016, la cerveza artesanal se revela como un producto sin filtrar y no pasteurizado que proviene de cervecerías pequeñas, independientes y comprometidas con enfoques de sabor distintivos, técnicas particulares y una dedicación al mercado local. Se pone énfasis en la ausencia de grandes corporaciones después de la producción, preservando así la esencia artesanal.

La diversidad de la cerveza artesanal se refleja en la reinención de estilos convencionales, mediante la introducción de combinaciones atrevidas de cereales, ajustes en la cantidad y calidad de los lúpulos, y la incorporación de frutas, especias y nuevos ingredientes para enriquecer el sabor (Medoro et al., 2016). Este enfoque hacia la innovación ha propulsado la evolución de la cerveza

artesanal hacia un producto más exclusivo, priorizando el gusto refinado sobre las consideraciones de costes, capturando así la atención de un consumidor cada vez más exigente.

Las definiciones de cerveza artesanal también se entrelazan con estrategias prácticas, como la adoptada por la Brewers Association en Estados Unidos, que verifica las cervecerías artesanales según criterios específicos que incluyen la producción anual, la independencia de la propiedad y la producción interna de forma que las cervecerías que cumplen estos requisitos obtienen un sello de calidad (Paula Gatza. Et al, 2023).

En resumen, la cerveza artesanal se distingue por su dimensión reducida, su autonomía frente a grandes conglomerados y su arraigo en la tradición, respaldada por la cuidadosa elección de materias primas y la atención meticulosa a la calidad del producto (Baiano, 2020). Aunque la definición universal sigue siendo esquiva, la pequeñez y la independencia de las multinacionales emergen como elementos claves para una caracterización internacionalmente reconocida de cervecerías artesanales.

## **2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL**

La revolución de la cerveza artesanal en todo el mundo se atribuye a un renacimiento en la apreciación de la cerveza, especialmente en Estados Unidos. En la década de 1960, dos figuras clave, Fritz Maytag y Jack McAuliffe, jugaron roles fundamentales en el resurgimiento de la cerveza artesanal en Estados Unidos. En 1965, Maytag adquirió la Anchor Brewing Company en San Francisco, marcando el inicio de la revitalización de la cerveza artesanal en Estados Unidos. Posteriormente, en 1976, McAuliffe abrió la primera microcervecería, New Albion Brewing, en Sonoma. (Baino A., 2020)

La legislación también desempeñó un papel crucial. En 1978, el presidente Jimmy Carter firmó una ley que permitía a las personas producir cerveza para uso personal, un cambio que alentó la proliferación de “homebrewers” y sentó las bases para el auge de la cerveza artesanal (Becker & Tippmann, 2016). Desde 1980 hasta 2001, se experimentó un crecimiento significativo en la producción y venta de cerveza artesanal en Estados Unidos, seguido por una disminución y un segundo auge desde 2006 hasta la fecha actual (Baino A., 2020).

Este fenómeno se ha extendido más allá de las fronteras estadounidenses, llegando a países con tradiciones cerveceras ricas, como Bélgica, Alemania y el Reino Unido. La cerveza artesanal ha ganado terreno también en países como Australia, China, Holanda, Irlanda e Italia (Garavaglia, C., & Swinnen, 2019).

La historia de la cerveza artesanal en España tiene sus propias características distintivas. Aunque España tiene una rica tradición cerveceras, históricamente dominada por cervecerías más grandes y marcas comerciales, la escena de la cerveza artesanal ha experimentado un renacimiento en las últimas décadas. A partir de la década de 2000, se ha observado un aumento significativo en la

apertura de microcervecerías y “brewpubs” en España. Estos establecimientos han innovado respecto a la diversidad de estilos y técnicas de elaboración, desafiando la norma de las cervezas más comerciales. La cerveza artesanal española se ha destacado por su creatividad en la reinterpretación de estilos clásicos y la incorporación de ingredientes locales.

La creciente demanda de los consumidores por experiencias de sabor únicas ha contribuido al éxito continuo de la cerveza artesanal en España. Además, la escena cervecera artesanal española ha participado en eventos internacionales y competiciones, ganando reconocimiento por su calidad e innovación, como en el World Beer Challenge 2023 dónde varias marcas españolas quedaron entre los primeros puestos de productores de cerveza como podemos ver reflejado en la Tabla 1.

*Tabla 2 Ranking World Beer Challenge 2023 (Results, 2023)*

POSICIÓN	COMPAÑÍA	PAÍS
1º	Brasserie Cap D’Ona	Francia
2º	Brasserie Goudale	Francia
3º	<b>Mahou San Miguel</b>	<b>España</b>
4º	<b>Mahoue</b>	<b>España</b>
5º	<b>La Salve</b>	<b>España</b>
6º	<b>Grupo Agora S.A.</b>	<b>España</b>
7º	<b>Damm</b>	<b>España</b>
8º	Brouwerij De Brabandere NV	Bélgica
9º	Brauerei Ayung Franz Inselkammer KG	Alemania
10º	Cervejaria Master Piece	Brasil
11º	<b>Hijos de Rivera S.A.U.</b>	<b>España</b>
12º	Heineken Nederland B.V.	Países Bajos
13º	Radeberger Gruppe Kg	Alemania

El World Beer Challenge, como una competición de renombre mundial, proporciona una plataforma para evaluar y comparar las cervezas a nivel global, y la presencia constante de España en posiciones destacadas refleja el compromiso y la excelencia de los productores locales.

## 2.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL

### 2.3.1. INGREDIENTES

Hace más de seis mil años, comenzó a gestarse la elaboración moderna de la cerveza. Su configuración actual está notoriamente condicionada por un momento específico: la instauración del Reinheitsgebot el 23 de abril de 1516 (Becker & Tippmann, 2016). Esta normativa delineó pautas para la producción y comercialización de la cerveza, siendo la más perdurable la relacionada con los ingredientes permitidos: únicamente se autorizaba el uso de cebada (malteada), lúpulo y agua. Posteriormente, la levadura fue incorporada al Reinheitsgebot tras su descubrimiento en 1857,

consolidándose como la regulación alimentaria más antigua a nivel mundial (Becker & Tippmann, 2016).

Actualmente, la composición de la cerveza se basa, por lo tanto, en cuatro elementos esenciales: agua, malta, levadura y lúpulo, como podemos ver en la Ilustración 1.



*Ilustración 2 Ingredientes de la cerveza (Valera Naranjo, 2018)*

## Agua

El agua juega un papel muy importante en la calidad de cerveza artesanal, ya que entre el 90 y el 95 % del contenido de la cerveza es agua. La composición mineral del agua puede ser compleja en algunas regiones (Tabla 2), llegando a determinar el sabor, aroma y hasta el estilo de la cerveza elaborada (Gonzalez, M., 2017)

*Tabla 2 Composición mineral (ppm) del agua de regiones famosas por su cerveza (Gonzalez, M., 2017)*

CIUDAD	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	NA <sup>+</sup>	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CA <sup>+2</sup>	MG <sup>+2</sup>	TIPO DE CERVEZA
BURTON (INGLATERRA)	0	24	36	801	294	24	Pale Ale
DORTMUND (ALEMANIA)	180	69	106	260	261	23	Dortmunder
DUBLÍN (IRLANDA)	319	12	19	54	117	4	Stout
LONDRES (INGLATERRA)	156	99	60	77	52	16	Bitter
MUNICH (ALEMANIA)	152	10	2	8	75	18	Munchner Hell
PILSEN (BÉLGICA)	14	2	5	2	7	2	Pilsen

El sulfato de calcio (CaSO<sub>4</sub>) y el carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) aportan un sabor astringente o amargo. El calcio y el magnesio favorecen la actividad de las levaduras, pero en grandes cantidades pueden aportar sabores metálicos. El exceso de sodio puede aportar un sabor salado. Y el cloruro, solo o combinado con sodio, puede potenciar los sabores. En cuanto al pH del agua, tiene una gran influencia durante la etapa de maceración. En esta etapa se produce la transformación del almidón en azúcares fermentables mediante acción enzimática, la cual es muy dependiente de la temperatura y del pH. Estas enzimas (amilasas) actúan de manera óptima en un pH de 5,6. Otro tipo de enzimas

que actúan en esta etapa son las proteasas, las cuales tienen un rango óptimo entre 4,2 y 5,3. Por lo tanto, el rango óptimo de pH para el proceso de macerado sería entre 5,2 y 5,6. (Gonzalez, M., 2017)

## Malta

En la producción de cerveza artesanal, la malta más utilizada, como en el caso de la cerveza industria,<sup>1</sup> es la malta de cebada malteada. En la Ilustración 3 se representa una fotografía de diferentes tipos de malta según su malteado, desde más tostada a la izquierda a menos.



*Ilustración 2 Imagen de diferentes tipos de malta (Micet, 2022)*

La cerveza artesanal, a pesar de su típica elaboración con malta de cebada, puede incorporar diversos cereales, ya sean malteados o no, como trigo, cebada, arroz, centeno, maíz, avena, sorgo e incluso pan de trigo o centeno, además de los elementos esenciales de la cerveza (Schabo et al., 2020). La inclusión de trigo ya sea en forma malteada o no malteada, aporta compuestos aromáticos únicos, aunque su elevado contenido proteico puede ocasionar tiempos de filtrado prolongados, asociados a su vez con problemas en las etapas de filtración y fermentación en la producción cervecera (Bianco et al., 2019).

En el proceso de elaboración cervecera, se recurre a otros cereales, especialmente para producir cervezas libres de gluten, como arroz, maíz o pseudocereales como quinoa, alforfón, amaranto o avena (Benucci et al., 2020), y también al sorgo, utilizado tradicionalmente en África por la falta de cebada o trigo disponibles, tanto en bebidas alcohólicas como no alcohólicas a nivel doméstico y comercial (Aruna y Visarada, 2019; Bogdan y Kordialik-Bogacka, 2017).

## Lúpulo

Aunque el lúpulo (Ilustración 4) tiene una presencia minoritaria en términos de cantidad en la cerveza, ejerce un impacto significativo en su sabor (amargor y aroma), estabilidad y apariencia. La cerveza artesanal ha transformado la forma en que se emplea el lúpulo en la elaboración, convirtiéndolo en un componente clave para el éxito de este tipo de cerveza, respondiendo a la demanda de producción de estilos de cerveza con un fuerte perfil de lúpulo, como la India Pale Ale, Imperial IPA o New England IPA, entre otros. El consumo de lúpulo ha experimentado un aumento en la última década, generando una demanda sin precedentes para el desarrollo de variedades

diferenciadas (Yan et al., 2019) y la producción de lúpulos aromáticos (Cascade, Centennial, Amarillo son algunos ejemplos) (Baiano, 2021). Aunque la técnica convencional de adición de lúpulo se realiza durante la ebullición del mosto, los cerveceros artesanales han explorado nuevas incorporaciones en el proceso, como el "late hopping", "whirlpool hopping" o "hop back hopping", con el fin de mantener el aroma volátil y producir cervezas con un perfil aromático más intenso (Lafontaine y Shellhammer, 2019). En este sentido, la técnica del "dry hopping" se ha vuelto popular entre los cerveceros artesanales para intensificar el aroma a lúpulo mientras se minimiza el amargor. El "dry hopping" implica una extracción en frío de compuestos volátiles y no volátiles del lúpulo durante o después de la fermentación (Lafontaine y Shellhammer, 2019).



Ilustración 3 Imagen de lúpulo (de Cerveza, C., 2020)

## Levadura

Además de la conversión de azúcar en etanol y CO<sub>2</sub>, la levadura produce compuestos secundarios como resultado de su metabolismo, los cuales afectan al sabor y aroma de la cerveza (Einfalt, 2021). Así, el uso de levaduras específicas influye en la complejidad sensorial del producto final, así como en características tales como la eficiencia de fermentación o la capacidad de floculación (Budroni, Zara, Ciani y Comitini, 2017). La cerveza se clasifica en tres categorías según la levadura utilizada: de fermentación alta (*Saccharomyces cerevisiae*), de fermentación baja (*Saccharomyces pastorianus*) y fermentación espontánea, realizada por levaduras y bacterias salvajes (Iattici, Catallo y Solieri, 2020), como se detallará en el siguiente apartado. En un estudio realizado por Spitaels et al., 2015, se aislaron más de 2000 bacterias y levaduras en cervezas artesanales de Bélgica fermentadas de forma espontánea, tales como *Brettanomyces spp.*, *Pediococcus spp.* o *Lactobacillus spp.*

Las especies de *Brettanomyces* aportan propiedades afrutadas y florales a estilos tradicionales de cerveza, como Berliner weisse, Belgian trappist ale o Flanders red ale, y su uso se ha vuelto popular entre las cervecerías artesanales (Serra Colomer, Funch y Forster, 2019).

Con el aumento de la popularidad de las cervezas agrias entre los consumidores, los cerveceros artesanales han desarrollado una técnica de acidificación en caldera, empleando bacterias productoras de ácido láctico para acidificar el mosto antes de agregar levadura tradicional para completar la fermentación (Hodgkin, Purselglove, Chan, Perry y Bolton, 2020). Algunas bacterias, como *Lachancea spp.* o *Lactobacillus plantarum*, están fácilmente disponibles comercialmente para

este uso en la elaboración de cerveza. Otras cepas podrían utilizarse para producir cervezas agrias mediante fermentación heteroláctica de azúcares, como *Schizosaccharomyces japonicus*, *Hanseniaspora vineae*, *Lachancea fermentati*, *L. thermotolerans* y *Wickerhamomyces anomalus* (Osburn et al., 2018).

Diversos laboratorios se han enfocado en ampliar la cantidad de cepas utilizables en la producción de cerveza artesanal, y nuevas cepas de *S. cerevisiae*, *S. pastorianus* y otras levaduras y bacterias están en constante crecimiento y desarrollo para abordar los estilos y características sensoriales demandados por los cerveceros artesanales. Ejemplos de ello son *S. cerevisiae var diastaticus*, utilizada para la producción de cervezas con alta atenuación (como Saison tradicional, farmhouse ales, Belgian witbier o Brut IPA), *Saccharomyces ludwigii*, para la elaboración de cervezas con bajo contenido de alcohol, o Kveik, una mezcla de múltiples cepas de *S. cerevisiae* originaria de Noruega, que presenta una buena tolerancia al alcohol, alta atenuación, elevada velocidad de fermentación y una alta temperatura de fermentación sin generar sabores no deseados (Burini, Eizaguirre, Loviso y Libkind, 2021).

### 2.3.2. PROCESO DE ELABORACIÓN

A continuación, en la Figura 1, se muestra el diagrama de bloques de la elaboración de la cerveza artesanal, a la izquierda, y la industrial, a la derecha.

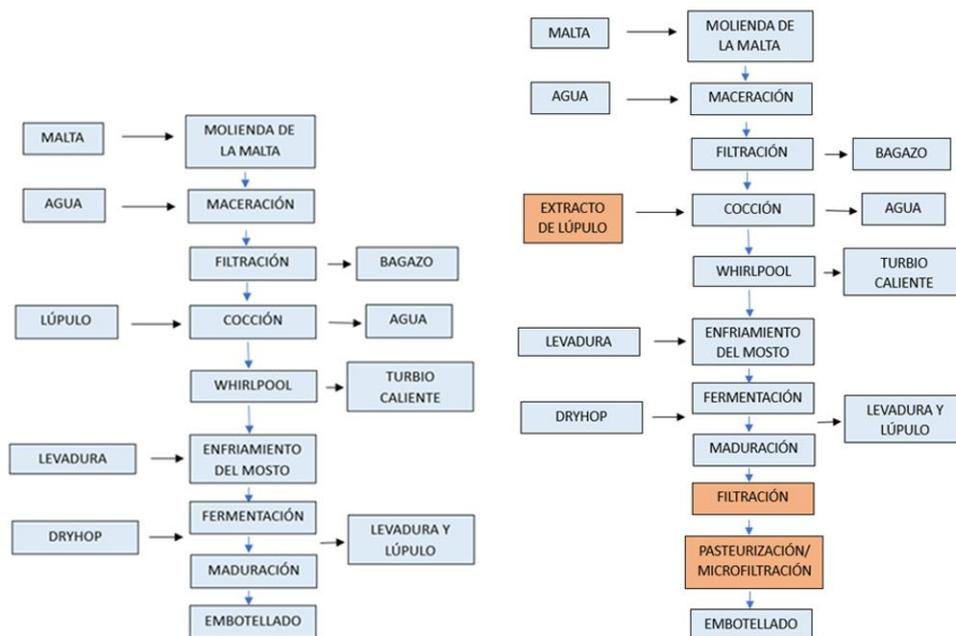


Figura 1 Diagrama de bloques cerveza artesanal (izquierda) VS cerveza industrial (derecha)

Como podemos observar en la Figura 1, el proceso de elaboración de la cerveza tradicional comienza con la maceración en agua de la cebada, la cual debe haber sido previamente malteada, con la finalidad de que las enzimas presentes, como son la  $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa actúen. El resultado de la

acción enzimática es descomponer las macromoléculas grandes de la malta en moléculas más pequeñas necesarias para el crecimiento y la fermentación de la levadura. El almidón se descompone en azúcares fermentables que la levadura transforma fácilmente en alcohol. Los principales factores que regulan las actividades de estas enzimas son la temperatura, el pH, el tiempo y la concentración del mosto. Este proceso se lleva a cabo a una temperatura de 60-70°C (Montanari y cols., 2005).

A continuación, se realiza la filtración del mosto y seguidamente se lleva a cabo la ebullición de este para detener la acción enzimática y provocar la precipitación de las proteínas. El mosto obtenido se hierve con una cantidad específica de lúpulo el cual le proporcionará el amargor característico de esta bebida. Las adiciones de lúpulo en el hervido se hacen en distintos tiempos. La adición de lúpulos al principio del hervido aporta amargor, mientras que la adición en una fase posterior del hervido permite obtener sabor y aroma a lúpulo. Además de amargor, el lúpulo proporciona propiedades antibacterianas ayudando a la conservación de la cerveza, ya que los  $\alpha$ -ácidos,  $\beta$ -ácidos e iso- $\alpha$ -ácidos presentes en él tiene propiedades antisépticas y bacteriostáticas. (Dysvik, 2020) La adición de lúpulo también contribuye con la formación y retención de la espuma.

Seguidamente se enfría hasta la temperatura deseada para llevar a cabo la adición de la levadura y se trasvasa hasta el fermentador, esta etapa es la más vulnerable a una contaminación microbiana.

Durante el proceso de fermentación, las levaduras utilizan como sustrato los hidratos de carbono presentes en el mosto para transformarlos en etanol, CO<sub>2</sub> y energía (ATP). El etanol es producido a través de la vía glucolítica de la siguiente manera:



A lo largo de este proceso las levaduras también metabolizan aldehídos, ésteres y alcoholes de gran valor en las características finales de la cerveza (Montanari y cols., 2005).

Tras este proceso de fermentación, la cerveza se trasvasa a otro tanque de maduración. Durante la cual, se producen cambios químicos que afectan el sabor de la cerveza. Además, ayuda a clarificar de manera natural ya que las proteínas, levaduras y otros sólidos en suspensión se asientan.

Como se muestra en el diagrama de bloques (Figura 1), la producción de cerveza industrial incluye dos etapas adicionales que no siempre están presentes en el proceso de elaboración de la cerveza artesanal: filtración y pasteurización. Estas etapas tienen como objetivo eliminar partículas en suspensión, levaduras residuales, y otros compuestos que pueden afectar la claridad y la estabilidad del producto final. Además, eliminan microorganismos potencialmente dañinos y detener cualquier fermentación residual.

A continuación, en la Tabla 3 se destacan las principales diferencias entre la cerveza industrial y la artesanal, basándose en varios criterios como el proceso de producción, ingredientes, sabor, etc.

Tabla 3 Diferencias entre cerveza artesanal e industrial

CATEGORÍA	CERVEZA ARTESANAL	CERVEZA INDUSTRIAL
<b>PRODUCCIÓN</b>	Pequeña escala, énfasis en la calidad y técnicas tradicionales.	Gran escala, procesos estandarizados y automatizados.
<b>INGREDIENTES</b>	Utiliza ingredientes locales o específicos de alta calidad. Variedad de malts, lúpulos y levaduras.	Ingredientes estándar, a menudo incluye adjuntos para reducir costos.
<b>DIVERSIDAD DE ESTILOS</b>	Amplia variedad de estilos y sabores, innovación constante.	Gama limitada de estilos, enfocados en lo que es popular y vendible a gran escala.
<b>SABOR</b>	Sabores complejos, ricos y variados. Perfiles que varían enormemente.	Sabores más uniformes y menos complejos. Perfiles diseñados para la aceptación masiva.
<b>PRECIO</b>	Generalmente más caro debido a los métodos de producción y calidad de ingredientes.	Más económico, beneficiado por la economía de escala.
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	Limitada, enfocada en mercados locales o regionales.	Amplia, a menudo a nivel nacional o internacional.
<b>MARKETING</b>	Enfocado en la autenticidad, la historia detrás de la cerveza y la conexión con la comunidad.	Campañas de marketing de gran presupuesto, con énfasis en la marca y la presencia en el mercado.
<b>CONTROL DE TEMPERATURA Y TIEMPO</b>	Procesos de elaboración más flexibles.	Automatización para mantener un control estricto, maximizando la eficiencia y producción.

### 2.3.3. ESTILOS DE CERVEZA ARTESANAL

La categorización más general de estilos de cerveza se realiza en función de su levadura. Por lo tanto, podemos encontrar dos grandes grupos:

**Cervezas de alta fermentación:** esta fermentación es llevada a cabo por levaduras de la especie *S. cerevisiae*. A lo largo del proceso las levaduras ascienden a la parte superior del fermentador, por ello se las conoce como cervezas de “alta fermentación”. La fermentación se lleva a cabo entre 18-24 °C durante un periodo de 3-4 días. En este grupo se incluyen cervezas Ale, Porter, Stout, Altbier, Kolsch y Wheat.

**Cervezas de baja fermentación:** esta fermentación es llevada a cabo por levaduras de la familia *S. carlsbergensis*, las cuales se depositan en la parte inferior del fermentador, por ello se las conoce como cervezas de “baja fermentación”. La fermentación se lleva a cabo entre 7-14 °C durante un periodo de 3-5 días. Tras este periodo de tiempo se reduce la temperatura produciéndose una fermentación más lenta hasta que se produce la muerte de las levaduras. En este grupo se incluyen cervezas Pilsener, Dortmunder, Marzen y Bock.

A parte de estos dos grandes grupos, encontramos una tercera clasificación, las **cervezas con fermentación salvaje o mixta**, donde la fermentación se produce con bacterias o levaduras no *Saccharomyces*. El término salvaje en este contexto no implica el proceso de fermentación espontánea ya que la mayoría son directamente inoculadas con las cepas de fermentación deseadas. Este estilo de cerveza también puede ser clasificado como Sour o Lámbicas (Daenen et al., 2008)

### 3. OBJETIVOS

El objetivo general del presente Trabajo Fin de Grado consiste en analizar y comprender el proceso de producción de cerveza artesanal en España, centrándose en los tipos de cerveza laguer, tostada y ácida, y evaluando su relevancia en el mercado cervecero actual. Este objetivo general se desarrolla, a su vez, en los siguientes objetivos específicos:

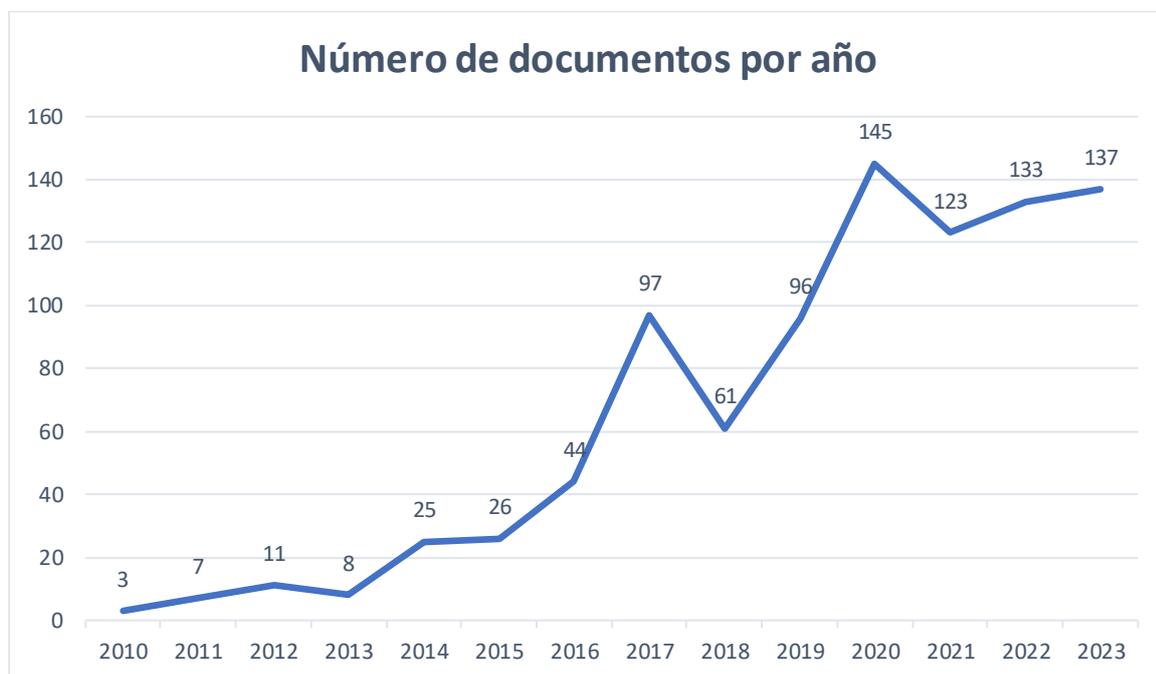
1. Realizar un análisis exhaustivo del mercado de la cerveza artesanal en España, identificando tendencias, preferencias de los consumidores y su evolución en comparación con la cerveza a escala industrial.
2. Evaluar el conocimiento de la cerveza artesanal y su frecuencia de consumo en una muestra poblacional, comparándolo con el uso de la cerveza a escala industrial, para comprender las preferencias y hábitos de consumo de los consumidores.
3. Realizar un estudio particular del procesado en la producción de cerveza artesanal, con un enfoque en los tipos de cerveza laguer, tostada y ácida, desarrollando los procesos de producción a través de diagramas de bloques y realizando cálculos de Balances de Materia.
4. Investigar los contaminantes potenciales en la producción de cerveza artesanal y su impacto en la calidad del producto, identificando medidas de control y mitigación para garantizar la seguridad y la calidad del producto final.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA EN BASES DE DATOS Y PÁGINAS WEBS

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos de Scopus y Web of Science (WOS) con el objetivo de recopilar información relevante para el presente estudio. Se decidió no establecer un rango específico de años en la búsqueda, dado que la revisión inicial de la literatura reveló una predominancia de investigaciones y publicaciones en los últimos 10 años, como podemos observar en la Figura 2. Esta elección metodológica se basa en la consideración de que el interés y la atención hacia la cerveza artesanal han experimentado un notable incremento en este período, reflejando el crecimiento significativo de la industria durante los últimos años. Por lo tanto, se consideró que una revisión integral de la literatura sin restricciones temporales sería más apropiada para capturar la evolución y las tendencias actuales en el campo de la cerveza artesanal.

Figura 2 Documentos encontrados según año de publicación (Scopus)



Para asegurar una cobertura exhaustiva y relevante de la literatura en cada uno de los apartados de este trabajo, se adoptó un enfoque metodológico dividido en la realización de las búsquedas bibliográficas. Este enfoque consistió en definir conjuntos de palabras clave y criterios de búsqueda específicos para cada sección temática del estudio, permitiendo una exploración detallada acorde con los objetivos de cada apartado.

En primer lugar, se realizó una búsqueda inicial en la base de datos Scopus con la combinación de las palabras clave "craft" y "beer", generando un total de 949 publicaciones. Luego, se aplicó un filtro adicional limitando la búsqueda a artículos de tipo "Review", lo que redujo la cantidad a 55 artículos. De estos, se seleccionaron aquellos que proporcionaban información más generalizada sobre la

producción de cerveza. Estos artículos fueron elegidos específicamente para respaldar la introducción del trabajo y establecer los objetivos de la investigación, buscando así una base sólida y amplia para fundamentar el estudio sobre cerveza artesanal.

A continuación, en la misma plataforma, se realizó otra búsqueda basada en la combinación de las palabras “craft” AND “beer” AND “market” de donde se obtuvo un resultado de 260 artículos, de los cuales se seleccionaron 4 que incluían el mercado de la cerveza en España. Adicionalmente, se hizo una búsqueda de análisis de mercados sobre la cerveza artesanal realizados por diferentes empresas, organismos y asociaciones, escogiéndose los que se podían obtener de forma gratuita o a través de la biblioteca de la Universidad Rey Juan Carlos como, por ejemplo, un informe socioeconómico del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Se inició una nueva búsqueda en la base de datos Scopus utilizando las palabras clave "craft beer" AND "food safety" lo que generó un total de 16 publicaciones. Adicionalmente, se aplicó un filtro para seleccionar únicamente los artículos de investigación y las revisiones, lo que afinó los resultados a 13 documentos relevantes. Estos artículos ofrecen una visión amplia sobre las prácticas de seguridad alimentaria en la producción de cerveza artesanal, incluyendo la identificación y manejo de contaminantes biológicos y químicos.

Para profundizar en el estudio de los contaminantes específicos en la cerveza artesanal, se realizó otra búsqueda con las palabras clave "craft beer" AND "contaminants". Esta búsqueda produjo 10 artículos, de los cuales se seleccionaron 3 que proporcionaban información detallada sobre la detección, el origen, y el impacto de diversos contaminantes.

Además de las búsquedas sistemáticas realizadas en las bases de datos Scopus y Web of Science (WOS), se adoptó una estrategia de investigación bibliográfica en cascada para enriquecer y profundizar el alcance de la revisión literaria. Este enfoque implicó la revisión de las referencias bibliográficas de interés incluidas en los artículos seleccionados inicialmente. A través de este método, se identificaron y examinaron documentos adicionales que, aunque no aparecieron directamente en las búsquedas originales debido a las limitaciones de palabras clave o filtros aplicados, resultaron ser de relevancia crítica para los temas a tratar.

## **4.2. BALANCE DE MATERIA**

El balance de materia se basa en el principio de conservación de masa: la masa total que entra en un sistema (entradas) es igual a la masa total que sale del sistema (salidas), ajustada por la acumulación dentro del sistema. Para un proceso de elaboración de cerveza, la ecuación general del balance de materia se puede expresar como:

$$E - S + G = A \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

- E = Entrada o alimentación al sistema.
- S = Salida del sistema.
- G = Generación dentro del sistema.
- A = Acumulación dentro del sistema.

Para el caso del proceso de producción de cerveza artesanal considerado en este trabajo fin de grado, el término de acumulación es nulo, porque opera en continuo en régimen estacionario.

Los cálculos de balances de materia de todos los componentes que participan en el proceso de producción y en cada etapa del proceso, se han realizado utilizando el programa Excel de Microsoft 365.

Para la realización de los cálculos de balance de materia se utilizaron datos reales suministrados por la empresa *Compañía de Cervezas Valle del Kajs*.

Por otro lado, se calculó la eficacia del proceso de producción usando la Ecuación 2:

$$Eficacia (\%) = \left( \frac{Masa\ del\ producto\ deseado}{Masa\ total\ de\ materias\ primas\ utilizadas} \right) \cdot 100 \text{ (Ecuación 2)}$$

#### 4.3. ENCUESTA A LA POBLACIÓN

En la metodología de la encuesta, se diseñó un cuestionario estructurado y claro que incluía preguntas relevantes para los objetivos de la investigación, incorporando opciones múltiples para facilitar las respuestas de los participantes. Se optó por utilizar Microsoft Forms como plataforma debido a su accesibilidad, facilidad de uso y eficiencia en la recopilación y análisis de datos.

La invitación a participar en la encuesta se realizó a través de enlaces enviados por WhatsApp e Instagram (Meta), asegurando un alcance eficiente. Se proporcionaron instrucciones claras a los participantes, explicando el propósito de la encuesta y la importancia de sus respuestas para fomentar una participación informada. La recopilación de datos se llevó a cabo mientras los participantes completaban la encuesta en línea mediante Microsoft Forms, garantizando un proceso fluido y accesible.

Para el análisis de datos, se utilizó la funcionalidad de análisis de Microsoft Forms, permitiendo revisar y analizar los datos de manera rápida y eficiente para extraer patrones y conclusiones. El período de recolección de datos se estableció en una semana.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. ANÁLISIS DE MERCADO DE LA CERVEZA TRADICIONAL EN ESPAÑA

#### 5.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE LA CERVEZA

El sector cervecero en España se encuentra en un periodo de expansión, estimulado por la reactivación del sector hostelero y turístico, junto con el deseo de los consumidores de superar los desafíos pandémicos. Según el último informe anual del sector elaborado por Cerveceros España (Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022), 2022 fue año de récord: las compañías cerveceras del país alcanzaron una producción de 4.110 ML, la cifra más alta hasta la fecha, lo que representa un incremento del 7,9% respecto a 2021. La Tabla 4 muestra el ranking de las principales empresas de producción de cerveza en España. La influencia positiva de la climatología favorable ha consolidado la cerveza como una bebida esencial en las interacciones sociales, especialmente en terrazas (Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

*Tabla 4 Principales fabricantes de cerveza en España (Alimarket, 2023)*

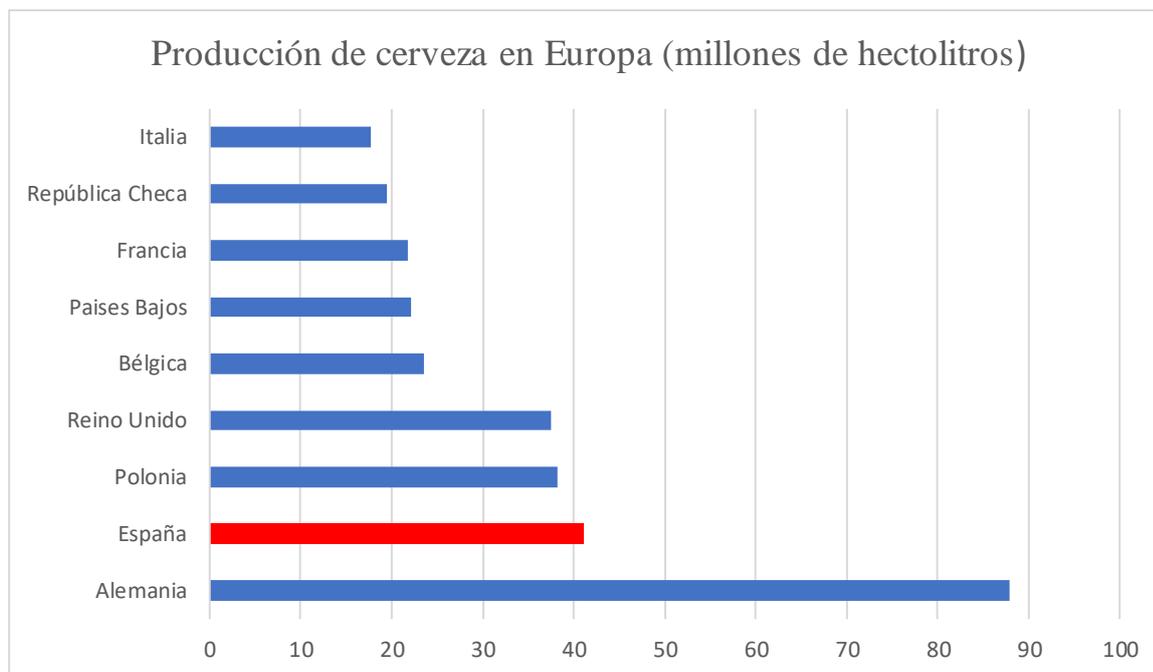
<b>EMPRESA</b>	<b>PRODUCCIÓN 2022 (ML)</b>
<b>GRUPO MAHOU-SAN MIGUEL</b>	1.281,0
<b>GRUPO DAMM</b>	1.134,0
<b>GRUPO HEINEKEN ESPAÑA</b>	1.007,0
<b>CORPORACIÓN HIJOS DE RIVERA</b>	481,0
<b>CIA. CERVECERA DE CANARIAS, S.A.</b>	107,0
<b>GRUPO ÁGORA</b>	88,8
<b>LA SAGRA BREW, S.L. (MOLSON COORS)</b>	7,5
<b>LA SALVE BILBAO, S.L.</b>	3,0
<b>CERVEZAS GRAN VÍA, S.L.</b>	2,5

La industria cervecera española se posicionó como la segunda más importante en Europa, solo detrás de Alemania, que lidera el mercado europeo con un volumen anual de 8,780 ML en 2022 (Figura 3). En España, el volumen anual fue de 4,11 ML en el mismo año.

La creciente preferencia por lo artesanal se refleja en el aumento de marcas que adoptan un enfoque alineado con el saber hacer tradicional, atrayendo a consumidores que buscan autenticidad. Sin embargo, las grandes empresas del Gran Consumo también se suman a la tendencia "craft", desplazando a proyectos más pequeños. La presión de las grandes cerveceras, la ampliación de catálogos y la dificultad de acceso a canales de distribución convencionales han afectado el rendimiento del sector artesanal. A pesar de esto, los proyectos artesanales han experimentado un aumento del 16,7% en la producción en 2022, alcanzando los 24,4 ML y generando 72 M€, marcando un récord histórico para el segmento. Aunque ganan volumen, la rentabilidad de los proyectos

artesanales se ve comprometida por diversos factores (Alimarket, 2023).

Figura 3 Producción de cerveza en Europa (European Beer Statistics, 2022)



No obstante, en España hay un total de 477 establecimientos registrados según los datos de la RGSEAA en 2024. En la Tabla 5, se muestran los principales productores de cerveza artesanal en España. Este fenómeno refleja el creciente interés de los consumidores por explorar variedades de cerveza más allá de las opciones convencionales ofrecidas por las cerveceras industriales. Un aspecto destacado es que muchas de estas cervecerías artesanales se encuentran en áreas fuera de las capitales de provincia, lo que contribuye a descentralizar la producción y promover la diversidad regional (Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

En los últimos años, importantes grupos cerveceros han empezado en el ámbito de la cerveza artesanal mediante la compra de microcervecerías. Anheuser-Busch Inbev, el gigante multinacional conocido por importar marcas como Coronita, Budweiser y Franziskaner a España, ha adquirido diversas cervecerías artesanales a nivel global, incluyendo Bogota Beer Company y Birra del Borgo. Recientemente, se ha hecho con el control de Cervezas La Virgen, fundada en Madrid en 2011 y una de las más destacadas en el país. Por otro lado, en 2018, Heineken adquirió un 51% de La Cibeles, otra renombrada microcervecería madrileña. Molson Coors, otro gigante cervecero estadounidense, compró La Sagra, ubicada en Toledo, en 2017. Mahou, por su parte, distribuye en Estados Unidos dos marcas de cerveza artesanal, Founders y Avery Brewing, y mantiene un 40% de participación en Nomada Brewing en España. Además, el Grupo Ágora ha iniciado la distribución de Ambiciosas de Ámbar y las Red Ipa de Motriz, ambas adaptadas al paladar artesanal (Alimarket, 2023).

Tabla 5 Principales fabricantes de cerveza artesanal en España (Alimarket, 2023)

EMPRESA	PRODUCCIÓN 2022 (L)
LA SAGRA BREW, S.L (MOLSON COORS)	4.500.000
BEBIDAS DE CALIDAD DE MADRID, S.L. (LA VIRGEN)	1.500.000
BASQUELAND BREWING COMPANY, S.L.	691.000
GOOD BEER, S.L. (BARCELONA BEER COMPANY)	600.000
CERVEZAS LA CIBELES, S.L.	600.000
CERVEZAS ARRIACA, S.L.	420.000
CERVEZAS ARTESANALES DE CANTABRIA, S.L.	385.000
CERVEZA TYRIS, S.L.	369.000
BIDASSOA BASQUE BREWERY, S.L.	340.000
CAL'ARENYS, S.L. (CERVESA GUINEU)	320.000
CERVEZAS CUENCA, S.A.	310.000
NAPARBIER, S.L.	300.000
CIA. CERVESERA DEL MONTSENY, S.L.	284.000
CERVECERA PENÍNSULA, S.L.	280.000
CERVESES LA PIRATA, S.L.	240.000
PASIÓN DEL DUERO, S.L (CERVEZAS MICA)	220.000
COMPANYA ARTESANA MAIANS, S.L.	200.000
CERVEZAS SEGOVIA, S.L.	200.000
BASQUE BEER HOUSE, S.L.	195.000
B&B BREW AND SPIRITS, S.L. (BIRRA & BLUES)	195.000
CERVEZA CALEYA, S.L.L.	195.000
LAUGAR BREWERY, S.L.	175.000
CERVESES LA GARDENIA, S.L.	175.000
ALCUDIA COMPAÑÍA CERVECERA, S.L.	155.000
CERVEZAS DOMUS, S.L.	145.000
FRINTON DISTRIBUCIONES, S.L	145.000
DESTILADOS Y CERVEZAS DE EXTREMADURA, C.B.	145.000
ALTHAIA ARTESANA, S.L.	120.000
MONKEY BEER, S.L.	100.000

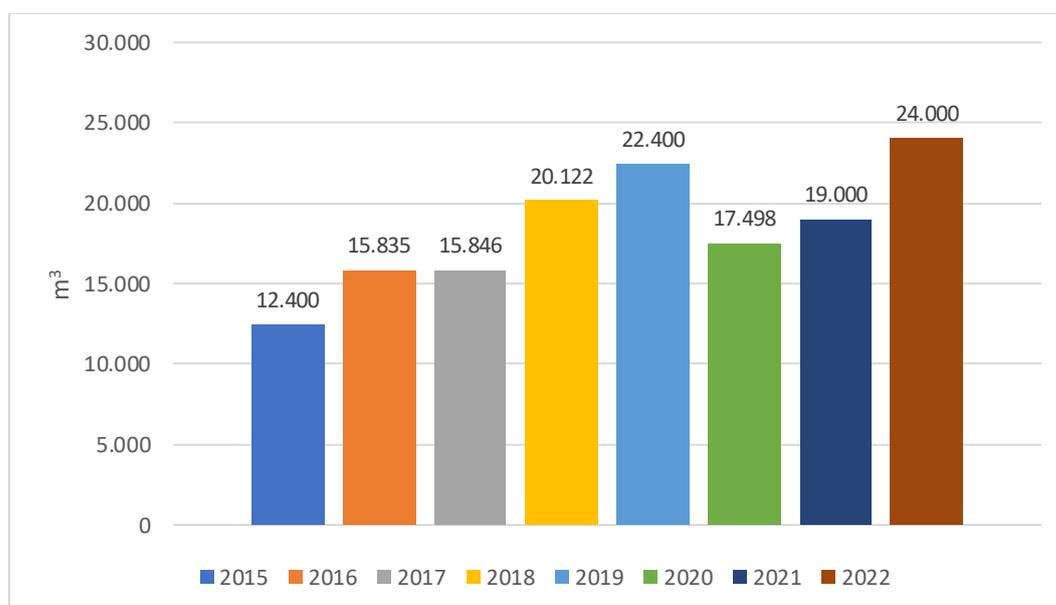
Estas acciones por parte de las grandes compañías cerveceras señalan una clara tendencia hacia el crecimiento sostenido del sector artesanal, anticipando continuos beneficios económicos. Aunque en España el consumo de cerveza artesanal no supera el 1%, en Italia, un país con una cultura gastronómica parecida y donde el movimiento artesanal comenzó antes, este porcentaje alcanza el 7%. En Estados Unidos, el consumo asciende a un impresionante 24%, con tendencias al alza en ambos casos. Estos datos sugieren firmemente que la expansión del mercado cervecero artesanal está lejos de detenerse (Alimarket, 2023).

### 5.1.2. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CERVEZA DE CERVEZA ARTESANAL

En términos de producción, España alcanzó un máximo al registrar 4,110 Ml en 2022, representando un incremento significativo del 7,9% respecto al año anterior. Este crecimiento se atribuye a diversos factores, incluyendo la recuperación del turismo, la persistencia de hábitos de consumo en el hogar adquiridos durante la pandemia y el aumento de las exportaciones en el año 2022 (Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022). El consumo diario y la preferencia por bebidas alcohólicas de baja graduación han contribuido notablemente al florecimiento del sector. A pesar del crecimiento en volumen, las cervecerías artesanales experimentaron una contracción del 3% en 2022 en comparación con 2021. Esto influyó también en una reducción del 35% del consumo de cerveza artesanal, pasando de un consumo en 2021 de 723,6 miles de litros a 466,9 en 2022 (Alimarket, 2023). Aunque el canal horeca (Hoteles, Restaurantes y Cafeterías) desempeñó un papel crucial en este crecimiento, la rentabilidad se vio afectada por costos adicionales, llevando a cervecerías más pequeñas a establecer alianzas estratégicas con grandes empresas para garantizar la viabilidad en el mercado.

Como podemos observar en la Figura 4, la producción de cerveza artesana comenzó a crecer con gran rapidez desde el año 2016. Hay que destacar que la producción total actual de cerveza artesana es la mitad de la producción de cerveza del Grupo Ágora, que es el productor más pequeño de las grandes corporaciones (Fernández, J., 2020). Aun así, progresa con una línea ascendente año tras año, consolidando el sector hasta la caída de casi un 22% en 2020, debido a la grave crisis sanitaria y social, que ralentizó el crecimiento, recuperado en los siguientes años.

Figura 4 Evolución de la producción de cerveza artesanal en España (AECAI, 2020)



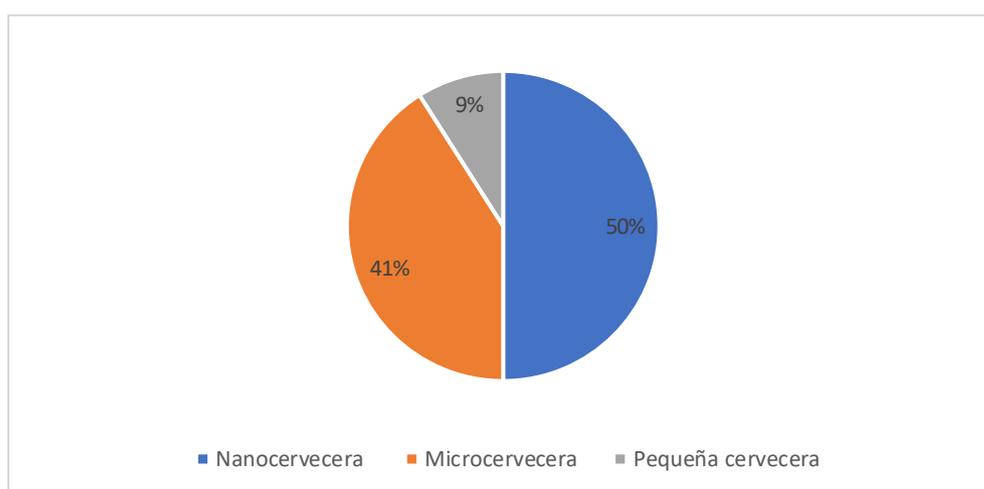
Las cervecerías artesanas se pueden dividir en tres grupos, según su capacidad productiva anual, lo

cual da una perspectiva clara de la diversidad de operaciones y enfoques dentro del sector:

1. **Nanocerveceras:** Son aquellas con una producción anual de menos de 24.000 litros.
2. **Microcerveceras:** Estas tienen una producción anual entre 24.000 y 100.000 litros.
3. **Pequeñas Cerveceras:** Con una producción anual de más de 100.000 litros, este grupo engloba a las cervecerías artesanas de mayor tamaño dentro del estudio.

En la Figura 5 podemos observar el porcentaje de fábricas existentes por cada tipología de cerveza. Las nanocervecerías son las que tienen una mayor representación en nuestro país con un 50 %, seguido de las microcerveceras con un 41 % de fábricas. Las pequeñas cerveceras son las que menor proporción tienen con un 9 %.

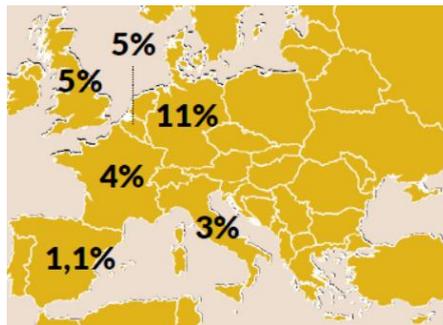
*Figura 5 Distribución fábricas artesanales*



Durante el año 2020 en España, el sector de la cerveza artesanal experimentó una particular dinámica en su participación dentro del mercado cervecero. Aunque representó solo un 0,5% del total de la producción cervecera del país, su cuota de mercado ascendió al 1,1% (AECAI, 2020). Este aparente desajuste entre la producción y la participación de mercado se explica por el valor añadido que caracteriza a la cerveza artesanal. En comparación con las cervezas producidas masivamente, las artesanales suelen tener un precio de venta por litro considerablemente más alto. Así, aunque la producción artesanal de cerveza en España durante 2020 fue relativamente pequeña en términos de volumen, su impacto económico y su relevancia en el mercado fueron significativamente mayores.

En comparación con las cifras de cuota de mercado en países vecinos de Europa (Ilustración 4) la posición de la cerveza artesanal española es significativamente más baja. Este dato subraya el amplio potencial de crecimiento y desarrollo que aún tiene por delante el sector cervecero artesanal en España. La evolución positiva en la producción de cerveza artesanal en los años previos a la interrupción causada por la pandemia global destaca la tendencia creciente y el interés en este segmento de mercado. Este contexto sugiere que, a pesar de los desafíos actuales, existe una sólida

base sobre la cual el sector puede continuar expandiéndose y consolidando su presencia tanto en el mercado nacional como en el ámbito internacional (AECAI, 2020).



*Ilustración 4 Cuota de mercado Europa (AECAI, 2020)*

### 5.1.3. COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL

El escenario de comercialización refleja la influencia persistente de la pandemia. En el último año, las ventas en el canal retail representaron el 51% del total, mientras que el canal horeca abarcó el 49%. Aunque la hostelería ha mostrado una recuperación positiva, aún no ha alcanzado completamente los niveles prepandemia, donde representaba el 53,2% de las ventas en 2019 (Alimarket, 2023). La tendencia hacia productos artesanales se mantiene, y las grandes empresas buscan capitalizarla mediante adquisiciones estratégicas.

La distribución geográfica de las cervecerías artesanales a lo largo de las comunidades autónomas también destaca la riqueza de la cultura cervecera en España y cómo cada región puede contribuir con sabores y estilos únicos. En contraposición, las cerveceras industriales a menudo tienen una presencia más homogénea en todo el país, enfocándose en la producción masiva para abastecer a un mercado más amplio.

En 2022, el número total de industrias cerveceras inscritas en el Registro Sanitario en España fue de 491. En cuanto a la distribución geográfica de las cerveceras artesanas (Figura 6), Cataluña lidera el ranking con el 23% del total de empresas, seguida de cerca por Andalucía con el 14%. Castilla y León y la Comunidad Valenciana también se posicionan entre las comunidades con mayor presencia en el sector, con un 9% y 8% respectivamente (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2022).

Si nos detenemos específicamente en los centros que producen cerveza regularmente y con actividad comercial, asociados a las compañías cerveceras con una producción inferior a los 50.000 hl, se estima que existen unos 270 en activo (AECAI, 2020).

La Figura 7 muestra que, aunque la actividad ha mostrado una tendencia positiva, el número de empresas en el sector sigue disminuyendo. Se ha observado una tendencia hacia la concentración de ventas en empresas más grandes en los últimos años. A abril de 2023, había 476 fabricantes de

cerveza artesanal en activo, en comparación con las más de 520 que existían en 2019. Se calcula que solo aproximadamente 200 de estas tienen una producción considerable. Comparado con el aumento de la producción puede significar que las microcerveceras crecen y cada vez producen más. También es positivo observar otros mercados que van por delante de España en el sector artesano, como Reino Unido con 1828 microcerveceras o Alemania con 717 y que continúan creciendo (Fernández, J., 2020).

Figura 6 Cerveceras activas 2023 REGSEAA

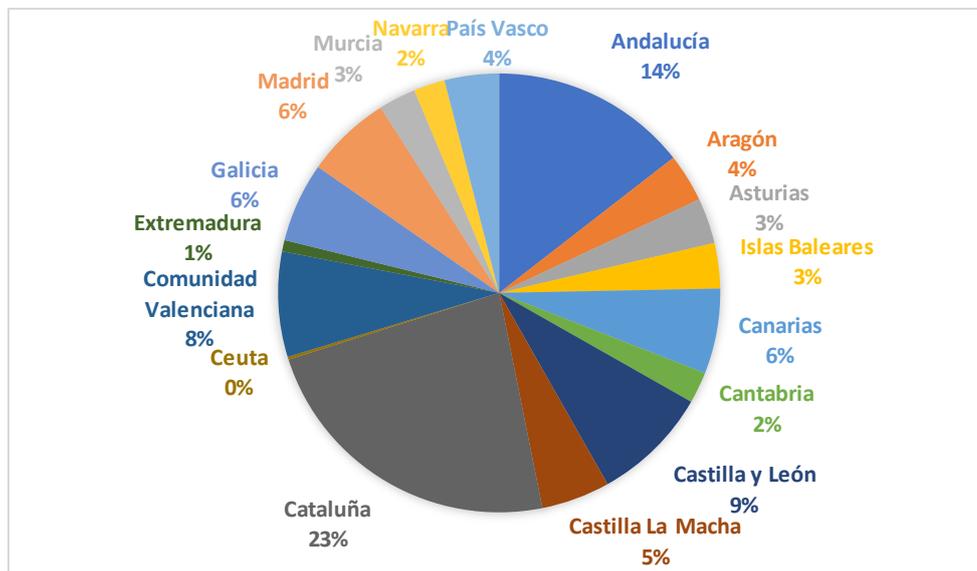
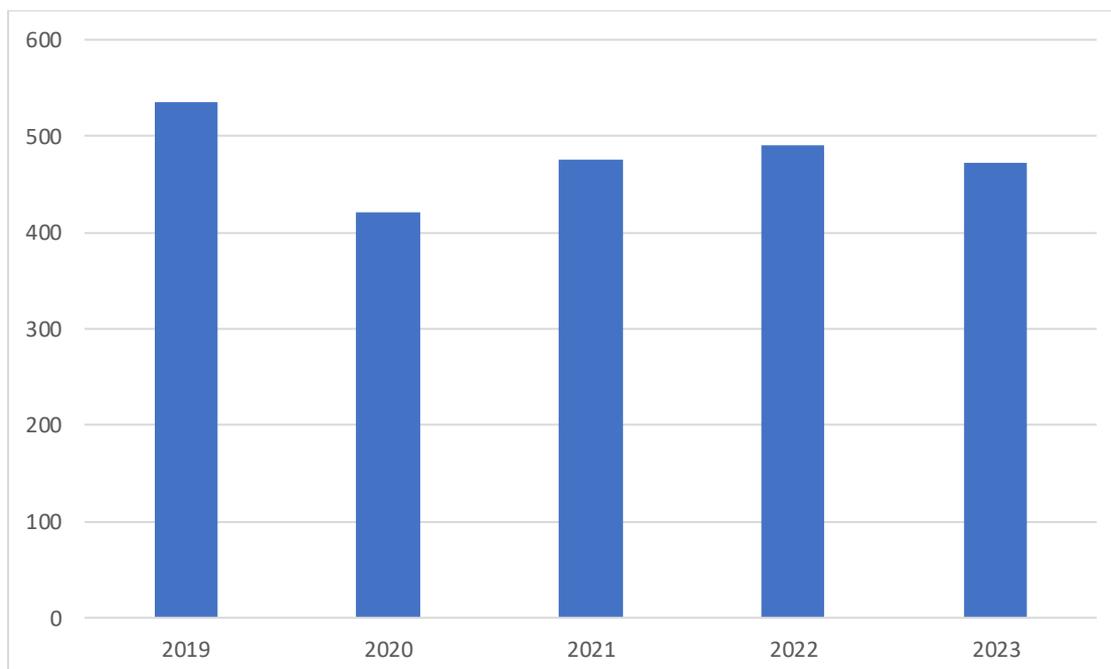


Figura 7 Evolución del número de microcerveceras en España (RGSEAA)



En el ámbito de la distribución y las ventas en la industria cervecera artesanal, se observan diversas estrategias y enfoques según el porcentaje de producción destinado a diferentes canales. Al analizar

los modelos de distribución, se observa que un 31% de las cervecerías exporta un 13% de su producción al extranjero, un 51% distribuye con un modelo mixto entre la venta directa y la participación con distribuidores, un 38% utiliza únicamente la venta directa y un 11% únicamente la venta a través de distribuidores (AECAI, 2020).

Específicamente, para la venta en locales especializados, el 30% de las cervecerías destina menos del 20% de su producción total, un 43% hasta el 50% de su producción, y una porción restante distribuye más del 50% de su producción a este tipo de establecimientos (AECAI, 2020).

Además, es relevante destacar que el 59% de las cervecerías también opta por producir para terceros, lo cual representa una estrategia importante para ampliar su alcance en el mercado. Estas cervecerías producen en promedio para 4.8 cervecerías externas y la producción destinada a terceros constituye el 28% de su producción total (AECAI, 2020). Esta práctica no solo ayuda a optimizar la capacidad de producción sino también a fortalecer las relaciones comerciales dentro del sector.

En España, la diversidad y creatividad en el mundo de la cerveza artesanal se refleja en la producción de 3.856 cervezas distintas en 2020, lo que indica un promedio de 9 tipos diferentes por fábrica (AECAI, 2020). Este sector se caracteriza por ofrecer tanto cervezas de gama fija, producidas regularmente a lo largo del año, como ediciones especiales o eventuales que se fabrican en cantidades limitadas para ciertas temporadas o eventos y no se replican posteriormente. Además, se destaca la creciente importancia de la conexión con el territorio a través del uso de materias primas locales, con un 56% de los productores incorporando ingredientes locales (aparte del agua) en sus cervezas en 2020, subrayando el compromiso con la sustentabilidad y la identidad regional en la producción artesanal de cerveza (AECAI, 2020). En cuanto al envasado, el 91% de las cervezas se embotella, el 79% se distribuye en barriles de un solo uso, el 29% utiliza barricas en algún punto del proceso, y el 25% se enlata, lo que subraya la variedad en métodos de presentación y conservación de la cerveza artesanal en España (AECAI, 2020).

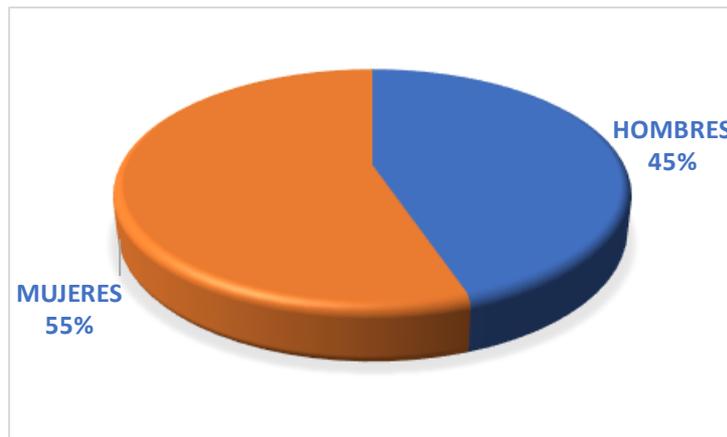
#### **5.1.4. GRADO DE CONOCIMIENTO Y ACEPTACIÓN DE LA SOCIEDAD**

Para conocer el grado de conocimiento y aceptación en España de la cerveza artesanal, se ha llevado a cabo un estudio a través de una encuesta dirigida a una muestra de población de 234 personas.

La encuesta estaba formada por 8 preguntas. Las 3 primeras preguntas son generales sobre la edad, y género. Las 6 preguntas restantes nos proporcionan datos sobre el conocimiento, aceptación y consumo de este tipo de cerveza.

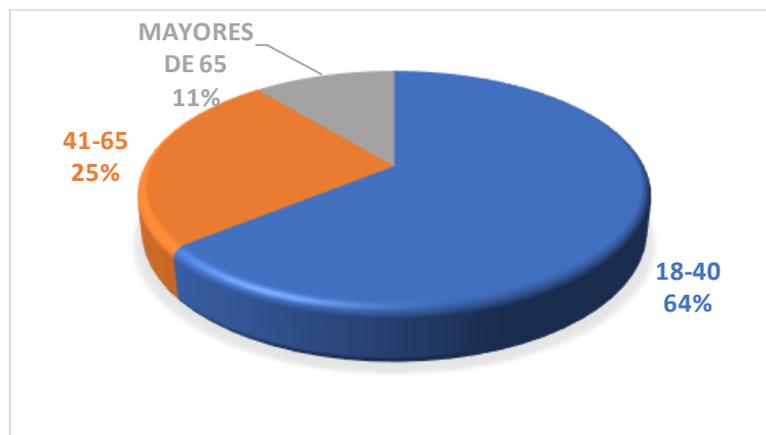
En la Figura 8, se incluyen los resultados de la pregunta sobre el género de los encuestados. El 55 % de los encuestados fueron mujeres y el 45 % fueron hombres.

Figura 8 Resultados encuesta pregunta género



En la segunda pregunta se preguntó sobre la edad de los encuestados, siendo entre 18-40 años la respuesta más votada (64%). Como podemos observar en la Figura 9, existe un predominio de consumidores jóvenes y de mediana edad el cual representa la mayoría del mercado de cerveza artesanal. Además, en la Figura A.4. anexo, podemos ver que la mayoría de los consumidores se encuentran en este rango de edad también. Esto sugiere que la cerveza artesanal tiene una fuerte atracción entre los consumidores más jóvenes y de mediana edad, quienes pueden estar buscando alternativas de mayor calidad y con más variedad de sabores en comparación con las cervezas comerciales tradicionales.

Figura 9 Resultados encuesta pregunta edad

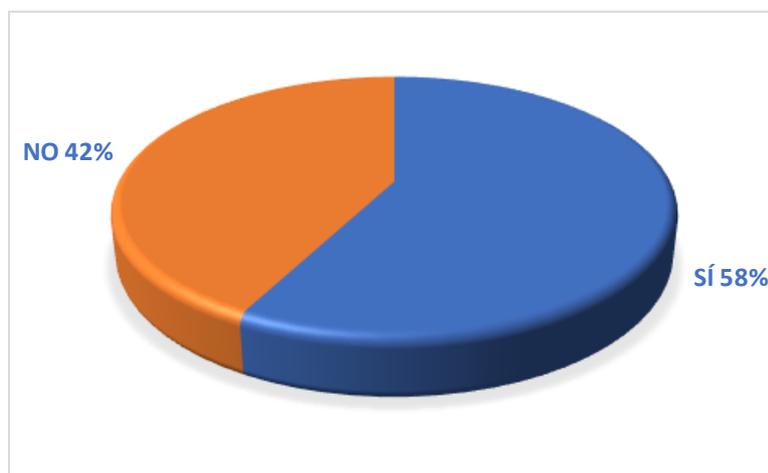


En la Figura 10, se muestran las respuestas sobre la pregunta “¿Conocía antes la diferencia entre una cerveza artesanal y una industrial?”.

La encuesta revela una interesante división en el conocimiento sobre la cerveza artesanal en España, con un 58% de los encuestados indicando familiaridad con las diferencias respecto a las cervezas industriales, mientras que un 42% no tenía esta información. Este panorama sugiere que, aunque existe una base sólida de consumidores que conocen la cerveza artesanal, aún hay un significativo margen para expandir el mercado educando a ese 42% sobre las cualidades que distinguen a la

cerveza artesanal de las opciones industriales. Si se analiza esta pregunta por género, como se puede observar en la Figura A.1. del anexo, se observa que un mayor número de hombres (62 % de los hombres encuestados) respondió afirmativamente a esta pregunta, lo que implica un mayor conocimiento de la diferencia entre la cerveza artesanal y la industrial en los hombres frente a las mujeres, en las que se observó una tendencia similar a la media. En el análisis por edades, según los resultados presentados en la Figura A.2. del anexo, se observa un mayor conocimiento de las diferencias entre estos dos tipos de cerveza en el intervalo de edades entre 41 y 65 años en comparación con los otros intervalos analizados.

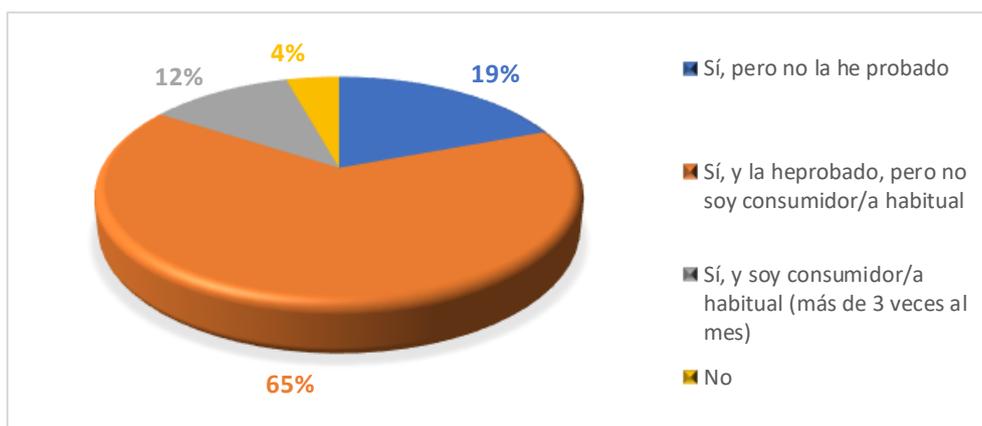
Figura 10 Resultados encuesta pregunta "¿Conocía antes la diferencia entre una cerveza artesanal y una industrial?"



En la Figura 11, se muestran las respuestas sobre la pregunta "¿Había escuchado antes el concepto de cerveza artesanal?".

Esta pregunta nos revela que, aunque muchos han probado la cerveza artesanal (un 65% la ha probado, pero no son consumidores habituales, y un 12% son consumidores habituales), aún hay un porcentaje considerable de la población que, a pesar de estar al tanto de la cerveza artesanal, no la ha integrado plenamente en su consumo regular. Esto sugiere que hay barreras para la conversión a un consumo habitual que podrían estar relacionadas con la percepción del valor, el acceso y la disponibilidad, o simplemente la falta de conocimientos sobre este tipo de cerveza o el precio. La encuesta también revela que un 19% de los encuestados está interesado, pero aún no ha dado el paso de probar la cerveza artesanal, lo que junto al 4% que no está familiarizado con ella, representa una oportunidad de mercado para aumentar el alcance de esta bebida. En el análisis de esta pregunta por género y edad, según las figuras A.3. y A.4. del anexo, se observan tendencias bastantes similares a la media.

Figura 11 Resultados encuesta pregunta “¿Había escuchado antes el concepto de cerveza artesanal?”

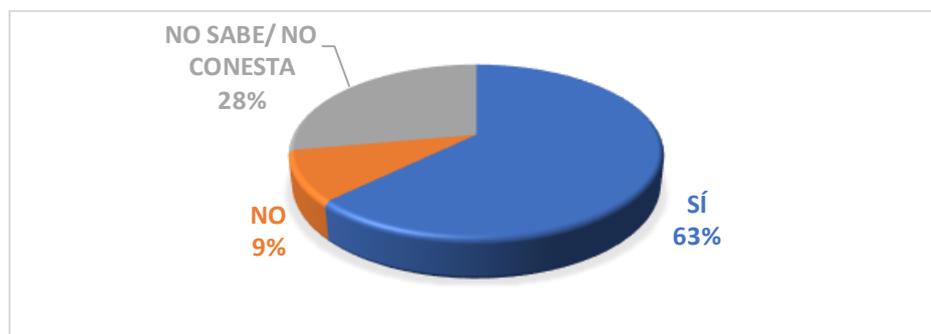


En la Figura 12, se muestran las respuestas sobre la pregunta “¿Considera que la calidad de la cerveza artesanal es mejor que la calidad de la cerveza industrial?”.

Los resultados de esta pregunta indican una percepción positiva generalizada sobre la calidad de la cerveza artesanal en comparación con la cerveza industrial entre los encuestados en España. Un 63% cree que la calidad de la cerveza artesanal es superior a la de la cerveza industrial, lo que refleja una apreciación significativa positiva de las características distintivas que se asocian con la cerveza artesanal.

Sin embargo, un 22% no comparte esta opinión, lo que podría indicar varias cosas: una falta de experiencia directa con cervezas artesanales de alta calidad, diferencias en las preferencias personales o posiblemente una percepción de que el valor adicional no justifica un precio más alto. Este grupo, junto con el de las personas que no la consumen de manera habitual, representa una oportunidad para los productores de cerveza artesanal para demostrar y comunicar el valor añadido de sus productos, posiblemente a través de educación sobre el proceso de elaboración y las características únicas de la cerveza artesanal. El 28% que no sabe o no contesta sugiere que aún existe una considerable falta de conocimiento o indecisión sobre el tema. En el análisis de esta pregunta por género y edad, según las figuras A.5. y A.6. del anexo, las tendencias son similares a la media con excepción de los mayores de 65 años, donde existe un porcentaje significativo que conteste No sabe/ No contesta.

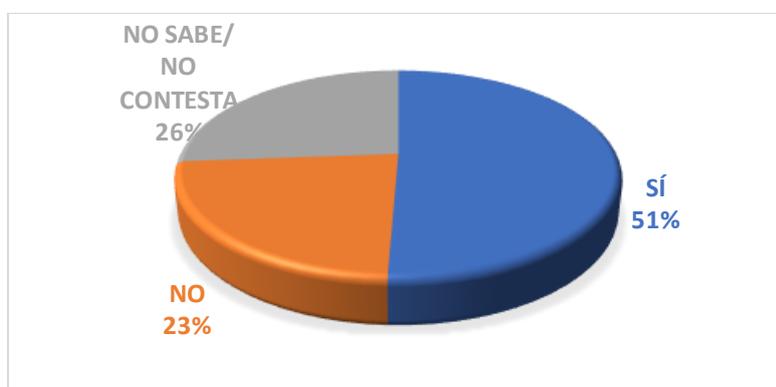
Figura 12 Resultados encuesta pregunta “¿Considera que la calidad de la cerveza artesanal es mejor que la calidad de la cerveza industrial?”



En la Figura 13, se muestran las respuestas sobre la pregunta “¿Considera que el precio de la cerveza artesanal es caro?”.

El hecho de que un 51% considere que la cerveza artesanal es cara refleja una preocupación común sobre el coste de los productos artesanales en general. Esto puede actuar como una barrera para el consumo regular, especialmente si los consumidores no están plenamente convencidos de la relación calidad-precio. El 23% que no considera el precio como caro posiblemente percibe el valor añadido en la calidad, lo que justifica el gasto adicional, o desconoce el precio superior de la cerveza artesanal frente a la industrial. El 26% restante que no sabe o no contesta podría indicar una falta de experiencia directa con la compra de cerveza artesanal o incertidumbre sobre cómo evaluar su precio. En el análisis de esta pregunta por género y edad, según las figuras A.7. y A.8. del anexo, los resultados son bastante similares a la media. Únicamente cabe destacar que hay mayor número de No sabe/ no contesta entre las edades más altas con respecto a los jóvenes, esto se puede deber a que estos últimos son más consumidores de cerveza artesanal, y por lo tanto tienen una opinión más arraigada en cuanto a su precio.

Figura 13 Resultados encuesta pregunta “¿Considera que el precio de la cerveza artesanal es caro?”



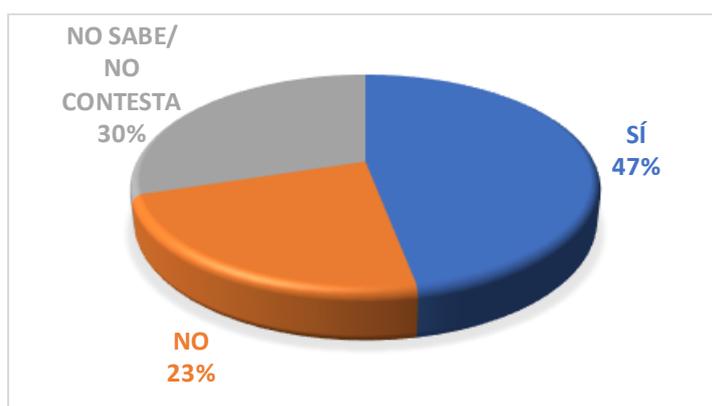
En la Figura 14, se muestran las respuestas sobre la pregunta “La cerveza artesanal se puede comprar en tiendas especializadas y en internet. Además, se puede consumir en algunos bares y restaurantes. ¿Sabe si se puede comprar alguna marca de cerveza artesanal en su supermercado habitual?”.

Los resultados de esta pregunta ofrecen una visión interesante sobre la disponibilidad y percepción de la cerveza artesanal en los canales de distribución convencionales, como son los supermercados, en España. Que un 47% de los encuestados sea consciente de que pueden comprar cerveza artesanal en su supermercado habitual indica una integración relativamente buena de estos productos en el mercado masivo. Esto sugiere que las cervezas artesanales están logrando una presencia significativa fuera de los nichos especializados y online, lo cual es un indicador positivo para el sector, ya que amplía el acceso a un público más general.

Sin embargo, el 23% que no tiene conocimiento de la disponibilidad de cervezas artesanales en supermercados y el 30% que no sabe o no contesta revelan que aún existe una considerable falta de

información o visibilidad de estos productos en los puntos de venta más tradicionales. Esto puede ser una barrera para el crecimiento del mercado de cerveza artesanal, ya que la facilidad de acceso y la visibilidad en los puntos de venta habituales son factores clave para la adopción por parte de consumidores potenciales. En el análisis de esta pregunta por género y edad, según las figuras A.9. y A.10. del anexo, destaca que el % de hombres que sabe que se venden en los supermercados es superior al correspondiente a las mujeres (62 frente a 48 % aproximadamente). Por edades, lo saben más las edades entre 41 y 65, lo cual puede deberse a que estén más informados de los productos que ofrece el supermercado, y sean más propensos a comprar cerveza artesanal en estos lugares.

Figura 14 Resultados encuesta pregunta "La cerveza artesanal se puede comprar en tiendas especializadas y en internet. Además, se puede consumir en algunos bares y restaurantes. ¿Sabe si se puede comprar alguna marca de cerveza artesanal en su supermercado habitual?"



En la Figura 15, se muestran las respuestas sobre la pregunta "¿Qué factores influyen en tu elección de cerveza artesanal?".

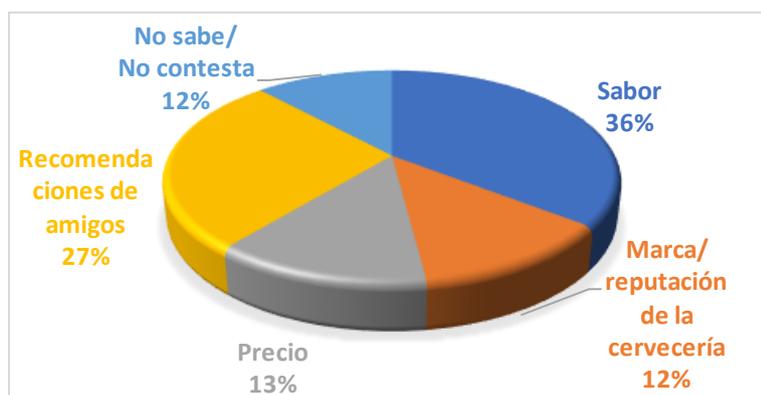
En las respuestas podemos observar que el sabor es claramente el factor más influyente, con un 36% de los encuestados señalándolo como determinante en su elección de cerveza artesanal. Esto subraya la importancia de la calidad y la singularidad del producto en el mercado de la cerveza artesanal.

Las recomendaciones de amigos ocupan el segundo lugar, con un 27%, lo que indica que el boca a boca juega un papel crucial en la difusión y aceptación de la cerveza artesanal.

El precio es también un factor relevante para un 13% de los encuestados, mientras que la marca o reputación de la cervecería influye en el 12%. Esto muestra que, aunque el sabor predomina como el factor más importante, los consumidores también consideran el coste y la percepción de la marca en su elección, equilibrando la búsqueda de calidad con consideraciones económicas y de confianza en el productor.

El 12% de los participantes que respondieron "no sabe/no contesta" podría indicar una porción del mercado que aún no ha formado una opinión consolidada sobre qué factores son más importantes para ellos o que están abiertos a diferentes influencias en su elección de cerveza artesanal.

Figura 15 Resultados encuesta pregunta “¿Qué factores influyen en tu elección de cerveza artesanal?”



### 5.1.5. RETOS DEL SECTOR

El sector de la cerveza artesanal está en un momento de transformación, enfrentándose a retos significativos, pero también oportunidades de crecimiento e innovación. A continuación, se presenta una síntesis que combina los desafíos inmediatos con las tendencias emergentes y los cambios en las preferencias de los consumidores, estableciendo un panorama para el futuro de este sector (Redacción, 2023; De Cerveza & De Cerveza, 2023)

- 1. Adaptación a la Inflación Energética y de Costes:** Las cervecerías artesanales deben encontrar formas de mitigar el impacto de la inflación, especialmente en la energía y los insumos, para mantener la viabilidad. La innovación en procesos productivos y la búsqueda de eficiencias energéticas se vuelven cruciales.
- 2. Escasez de Suministros:** La adaptación a la variabilidad en la disponibilidad de materias primas, incrementada por conflictos globales y crisis logísticas, requiere una mayor flexibilidad en la selección de ingredientes y la posibilidad de explorar alternativas locales.
- 3. Cambio del Modelo de Distribución:** Ante los desafíos de la distribución tradicional, las cervecerías artesanales están explorando la venta directa y las distribuciones alternativas, potenciando la conexión con los consumidores y diversificando los canales de ingreso.
- 4. Incremento en la Diversificación de Productos:** La expansión hacia cervezas sin alcohol, lagers artesanales, y estilos experimentales como las “sour beers” y cervezas con CBD refleja una respuesta a las cambiantes preferencias de los consumidores, quienes buscan variedad y opciones más saludables.
- 5. Énfasis en Ingredientes de Calidad:** La tendencia hacia ingredientes locales y de alta calidad, incluyendo lúpulos frescos y maltas craft, no solo mejora el perfil de sabor de la cerveza, sino que también refuerza de autenticidad y sostenibilidad de la misma.
- 6. Convivencia Estratégica con Grandes Productores:** La colaboración y coexistencia con grandes cervecerías, aprovechando las colaboraciones y diferenciándose por la calidad y autenticidad, puede abrir nuevos mercados y fortalecer el sector artesanal.

7. **Cultura de la Cerveza Artesanal y Educación del Consumidor:** Fomentar una cultura cervecera, a través de eventos, tap rooms propios, y educación sobre el proceso de elaboración y los estilos de cerveza, puede aumentar la apreciación y demanda de productos artesanales.
8. **Sostenibilidad y Responsabilidad Social:** Integrar prácticas sostenibles en la producción y distribución, y destacar el compromiso social de las cervecerías, responde a la creciente demanda de los consumidores por productos que reflejen valores éticos y ambientales.

Este panorama combinado subraya la importancia de la innovación, adaptabilidad, y la profundización en la conexión con los consumidores para el crecimiento y sostenibilidad del sector de la cerveza artesanal. La capacidad de responder a estos desafíos y tendencias definirá el éxito futuro de las cervecerías artesanales en un mercado cada vez más competitivo y diversificado.

## 5.2. BALANCES DE MATERIA DEL PROCESADO DE CERVEZA ARTESANAL

El proceso de producción de la cerveza artesanal ha dado lugar a una amplia diversidad de estilos y tipos de cerveza, cada uno con características únicas que reflejan su esencia y metodología específica de producción. Entre estos, los estilos laguer, tostada y ácida destacan no solo por su popularidad y preferencia entre consumidores, sino también por sus particulares procesos de producción.

El propósito de este apartado es realizar un estudio detallado del procesado específico en la producción de cerveza tradicional, poniendo especial atención en los tipos laguer, tostada y ácida. Este análisis se centrará en desentrañar las complejidades de sus procesos de producción, desde la selección de materias primas hasta el envasado final, utilizando diagramas de bloques para ilustrar cada etapa de manera clara y comprensible. Además, se llevarán a cabo cálculos de balances de materia para cada tipo de cerveza, con el objetivo de proporcionar una comprensión profunda y cuantitativa de los flujos de materiales a través de las diferentes etapas del proceso. Es importante recordar, según se ha indicado en la metodología, que los datos utilizados para realizar los balances de materia se han obtenido de lotes reales de producción de la *Fábrica de Cervezas Valle del Kahr*, lo cual añade un valor significativo al análisis por su precisión y relevancia práctica.

La relevancia de este estudio radica en su potencial para aportar conocimientos esenciales sobre la producción de cerveza que pueden ser de gran utilidad para optimizar procesos, mejorar la eficiencia, y asegurar la calidad y consistencia del producto final.

### 5.2.1. SELECCIÓN DE LA BASE DE CÁLCULO

En el desarrollo de los balances de materia para el estudio del procesado de cerveza tradicional, se ha establecido una base de cálculo que es fundamental para la precisión y relevancia de los análisis a realizar. Esta base de cálculo se ha definido tomando en consideración los lotes de producción reales, específicamente adaptados a la escala de 1000 litros, según las recetas y procedimientos

aportados por la fábrica de cervezas Valle del Kabs.

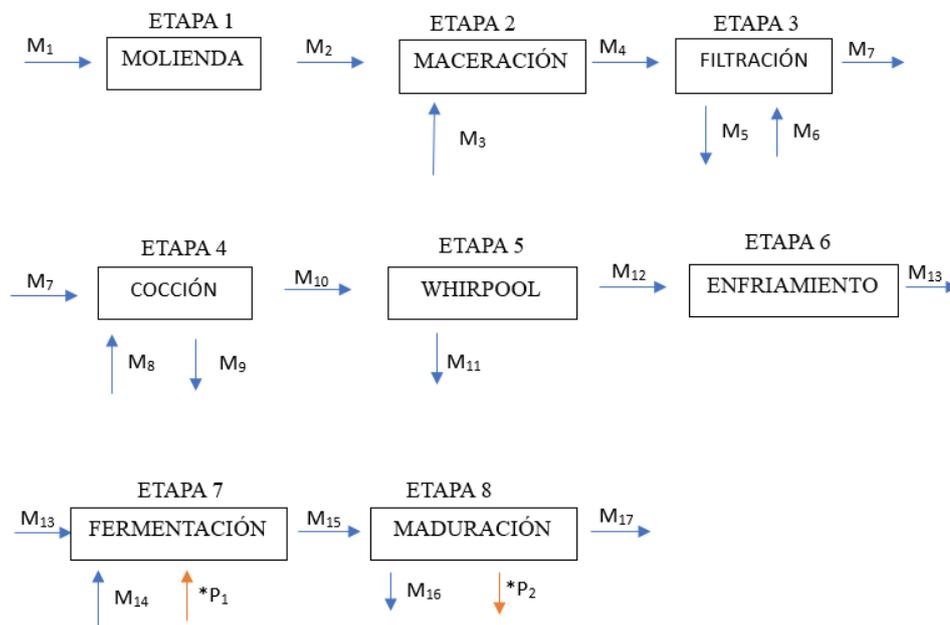
La selección de un lote base de 1000 litros como referencia para los balances de materia permite estandarizar las condiciones de análisis, haciendo posible una comparación directa entre los diferentes tipos de cerveza estudiados (laguer, tostada y ácida).

Para implementar esta base de cálculo, se han considerado todas las entradas y salidas del proceso productivo, incluyendo, materias primas, productos intermedios y productos finales, así como subproductos y pérdidas. Los balances de materia se han formulado siguiendo los principios de conservación de masa, asegurando que la masa total que entra al sistema sea igual a la masa total que sale, ajustada por las transformaciones y pérdidas inherentes al proceso.

### 5.2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

En la figura 16 se representa el diagrama de bloques de la producción de cerveza artesanal, mientras que en la Tabla 4 se describe el contenido de las corrientes del diagrama de bloques.

Figura 16 Diagrama de bloques proceso de producción cerveza artesanal



\*P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>: únicamente para la receta de cerveza ácida

Tabla 6 Descripción diagrama de bloques

CORRIENTE	DESCRIPCIÓN
<b>M<sub>1</sub></b>	Malta
<b>M<sub>2</sub></b>	Malta molida
<b>M<sub>3</sub></b>	Agua
<b>M<sub>4</sub></b>	Mosto
<b>M<sub>5</sub></b>	Bagazo de malta
<b>M<sub>6</sub></b>	Agua de lavado

$M_7$	Mosto
$M_8$	Lúpulo y agregados
$M_9$	Vapor de agua
$M_{10}$	Mosto
$M_{11}$	Turbio de lúpulo
$M_{12}$	Mosto
$M_{13}$	Levadura
$M_{14}$	Mosto
$P_1$	Pulpa de maracuya
$M_{15}$	Mosto
$M_{16}$	Turbio de levadura
$P_2$	Turbio de pulpa
$M_{17}$	Cerveza

### 5.2.3. CÁLCULOS DE BALANCES DE MATERIA

En la Tablas 7, se observan las cantidades de agua utilizadas según cada receta.

Tabla 7 Cantidades de agua elaboración según receta

RECETA	AGUA MACERADOR (L)	AGUA LAVADO (L)	AGUA TOTAL (L)	CANTIDAD FINAL DE CERVEZA (L)
<b>DABUTEN (LAGER)</b>	1050	350	1400	1220
<b>REDKASH (ALE)</b>	1000	450	1450	1264
<b>MARACUJAZZ (ÁCIDA)</b>	1100	400	1500	1308

Abordaremos el estudio del proceso de producción de cerveza a través de un análisis detallado de balances de materia, desglosado por etapas específicas. De esta manera podremos examinar con precisión las dinámicas de los materiales involucrados en cada fase, desde el inicio del procesado con la molienda (Etapa 1) hasta la obtención de la cerveza tras la maduración (Etapa 8).

Los cálculos se han realizado asumiendo densidad de 1 kg/L, tanto para el agua como para el mosto y la cerveza.

#### ETAPA 1: MOLIENDA

El proceso comienza con la molienda de la malta, en esta etapa, la malta de cebada es triturada para romper los granos.

Figura 17 Diagrama de bloques molienda



Según indica la empresa *Compañía de Cervezas Valle del Kajs*, se necesitan 235 Kg de malta para fabricar cerveza artesanal tipo laguer y ale tostada. Sin embargo, se necesitan únicamente 200 Kg de malta para producir cerveza artesanal ácida. En la tabla 8, se representan estas cantidades junto con el resultado del balance de materia en esta etapa.

*Tabla 8 Balance de materia Molienda*

<b>TIPO DE CERVEZA</b>	<b>CORRIENTE M1: MALTA EN GRANO (kg)</b>	<b>CORRIENTE M2: MALTA MOLIDA (kg)</b>
<b>LAGUER</b>	235	235
<b>ALE TOSTADA</b>	235	235
<b>ÁCIDA</b>	200	200

Por otro lado, para cada tipo de cerveza de las analizadas en el presente Trabajo Fin de Grado se utilizan maltas diferentes, lo que permitirá un sabor y propiedades características para cada tipo. En las tablas 9, 10 y 11 se indican las maltas utilizadas para la producción de la cerveza Laguer, Ale Tostada y Ácida, respectivamente, además de los balances de materia correspondientes.

*Tabla 9 Balance de materia Molienda Cerveza Laguer*

<b>TIPO DE MALTA</b>	<b>CORRIENTE M1: MALTA EN GRANO (kg)</b>	<b>CORRIENTE M2: MALTA MOLIDA (kg)</b>
<b>FINEST LAGER</b>	225	225
<b>CARA MUN</b>	10	10
<b>TOTAL</b>	235	235

*Tabla 10 Balance de materia Molienda Cerveza Ale Tostada*

<b>TIPO DE MALTA</b>	<b>CORRIENTE M1: MALTA EN GRANO (kg)</b>	<b>CORRIENTE M2: MALTA MOLIDA (kg)</b>
<b>PALE ALE</b>	135	135
<b>PILSEN</b>	75	75
<b>CARAVIENNA 50</b>	6	6
<b>CARAMUNICH 120</b>	12	12
<b>SPECIAL B</b>	6	6
<b>ROASTED 1400</b>	1	1
<b>TOTAL</b>	235	235

*Tabla 11 Balance de materia Molienda Cerveza Ácida*

<b>TIPO DE MALTA</b>	<b>CORRIENTE M1: MALTA EN GRANO (kg)</b>	<b>CORRIENTE M2: MALTA MOLIDA (kg)</b>
<b>BED RED X</b>	125	125
<b>TRIGO MALTEADO</b>	75	75
<b>TOTAL</b>	200	200

## ETAPA 2: MACERACIÓN

La malta molida es posteriormente mezclada con agua caliente. Este proceso activa enzimas en la malta que convierten los almidones en azúcares fermentables. La mezcla se mantiene a temperaturas controladas para optimizar este proceso.

Figura 18 Diagrama de bloques maceración



Según indica la empresa *Compañía de Cervezas Valle del Kajs*, se necesitan 1050 L de agua para fabricar cerveza artesanal tipo lager, 1000 L para fabricar tipo ale tostada y 1100 L para fabricar cerveza tipo ácida. Sin embargo, al ajustar el balance de materia a nuestra base de cálculo las cantidades de agua son inferiores como se indica en la tabla 7. En la tabla 12, se representan estas cantidades junto con el resultado del balance de materia en esta etapa.

Tabla 12 Balance de materia Maceración

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M2: MALTA MOLIDA (kg)	CORRIENTE M3: AGUA (KG)	CORRIENTE M4: MOSTO (KG)
LAGUER	235	790,8	1025,8
ALE TOSTADA	235	683,88	918,88
ÁCIDA	200	743,78	943,78

## ETAPA 3: FILTRACIÓN

Después de la maceración, el mosto (el líquido azucarado resultante) se separa de los sólidos de la malta. En la Tabla 13 podemos ver el balance de materia del proceso.

Figura 19 Diagrama de bloques filtración



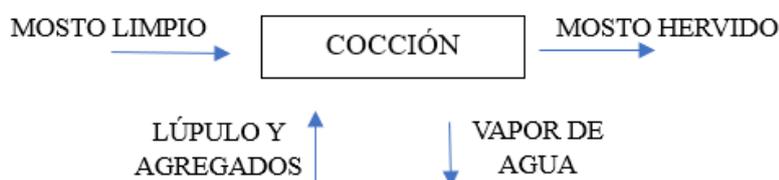
Tabla 13 Balance de materia Filtración

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M4: MOSTO (L)	CORRIENTE M5: BAGAZO DE MALTA (KG)	CORRIENTE M6: AGUA DE LAVADO (L)	CORRIENTE M7: MOSTO LIMPIO (L)
LAGUER	1025,8	194	350	1181,8
ALE TOSTADA	918,88	189	450	1179,88
ÁCIDA	943,78	166	400	1177,78

#### ETAPA 4: COCCIÓN

Posteriormente, el mosto se traslada a un hervidor donde se hierve y se le añade lúpulo en varios momentos. El lúpulo aporta amargor, sabor, y propiedades conservantes a la cerveza. También se pueden añadir otros ingredientes en esta etapa para introducir sabores adicionales.

Figura 20 Diagrama de bloques cocción



Según indica la empresa *Compañía de Cervezas Valle del Kabs*, se necesitan 2,4 kg de lúpulo y 0,05 kg de agregados (Servomyces, Compac CG y Foamsoal), para fabricar cerveza artesanal tipo laguer, 1,5 kg de lúpulo y 0,069 de agregados, para fabricar tipo ale tostada y 0,3 kg de lúpulo y 0,6 kg de agregados, para fabricar cerveza tipo ácida. La estimación de la cantidad de vapor de agua se ha hecho considerando un porcentaje de evaporación del 15 %. En la tabla 14, se representan estas cantidades junto con el resultado del balance de materia en esta etapa. Por otro lado, en las tablas 15, 16 y 17, encontramos el desglose de los diferentes lúpulos y agregados requeridos para cada receta.

Tabla 14 Balance de materia Cocción

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M7: MOSTO LIMPIO (KG)	CORRIENTE M8: LÚPULO Y AGREGADOS (KG)	CORRIENTE M9: VAPOR DE AGUA (KG)	CORRIENTE M10: MOSTO HERVIDO (L)
LAGUER	1181,8	2,45	179,35	1002,45
ALE TOSTADA	1179,88	1,57	178,31	1001,57
ÁCIDA	1177,78	0,6	177,18	1000,6

Tabla 15 Desglose Lúpulos y agregados Cerveza Lager

TIPO DE LÚPULO Y AGREGADOS	CORRIENTE M9: LÚPULO Y AGREGADOS (KG)
SAAZ	1,6
SPALTER SELEC	0,8
SERVOMYCES	0,012
COMPAC CG	0,02
FOAMSOAL	0,028
<b>TOTAL</b>	<b>2,45</b>

Tabla 16 Desglose Lúpulo y agregados Cerveza Ale Tostada

TIPO DE LÚPULO Y AGREGADOS	CORRIENTE M9: LÚPULO Y AGREGADOS (KG)
MAGNUM	0,5
COLUMBUS	0,5
SUMMIT	0,5
COMPAC CG	0,02
FOAMSOAL	0,048
SERVOMYCES	0,11
<b>TOTAL</b>	<b>1,57</b>

Tabla 17 Desglose Lúpulo y agregados Cerveza Ácida

TIPO DE LÚPULO Y AGREGADOS	CORRIENTE M9: LÚPULO Y AGREGADOS (KG)
MAGNUM	0,3
LÁCTICO MASH	0,05
SERVOMYCES	0,011
COMPAC CG	0,025
LÁCTICO BOIL	0,205
LÁCTICO SPARGE	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>0,6</b>

## ETAPA 5: WHIRPOOL

Una vez hervido, el mosto se traslada a un tanque o recipiente llamado whirlpool, donde se le induce un movimiento giratorio. Este movimiento centrífugo fuerza a los sólidos suspendidos en el mosto a acumularse en el centro del fondo del tanque, formando un cono de trub (residuos o sedimentos). Esto facilita la extracción de un mosto más claro para la fermentación, minimizando la transferencia de materiales no deseados que pueden afectar el sabor, la claridad, y la estabilidad de la cerveza. En la Tabla 18 observamos el balance de materia para este proceso.

Figura 21 Diagrama de bloques whirpool

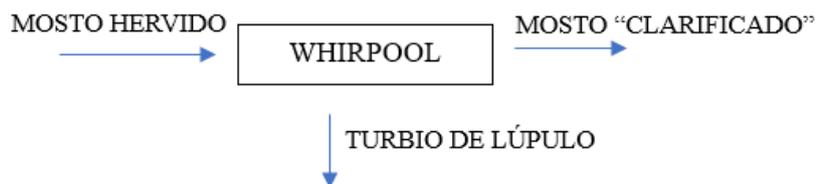


Tabla 18 Balance de materia Whirpool

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M10: MOSTO HERVIDO (KG)	CORRIENTE M11: TURBIO DE LÚPULO (KG)	CORRIENTE M12: MOSTO "CLARIFICADO" (KG)
LAGUER	1002,45	2,45	1000
ALE TOSTADA	1001,57	1,57	1000
ÁCIDA	1000,6	0,6	1000

## ETAPA 6: ENFRIAMIENTO

A continuación, el mosto debe ser enfriado rápidamente a la temperatura adecuada para la fermentación. Esto se realiza para evitar la contaminación y preparar el mosto para la adición de la levadura. En la Tabla 19 observamos el balance de materia para esta etapa.

Figura 22 Diagrama de bloques enfriamiento



Tabla 19 Balance de materia Enfriamiento

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M12: MOSTO "CLARIFICADO" (KG)	CORRIENTE M13: MOSTO FRIO (KG)
LAGUER	1000	1000
ALE TOSTADA	1000	1000
ÁCIDA	1000	1000

## ETAPA 7: FERMENTACIÓN

El mosto enfriado se traslada a un fermentador y se le añade levadura. La levadura consume los azúcares fermentables, produciendo alcohol y dióxido de carbono. Este proceso puede durar desde unos pocos días hasta varias semanas, dependiendo del estilo de cerveza.

Figura 23 Diagrama de bloques fermentación



Según indica la empresa *Compañía de Cervezas Valle del Kajs*, se necesitan 0,5 kg de levadura para la fabricación de cada una de las recetas. Levadura Lager Berlin para la fabricación de cerveza tipo laguer, levadura Nottingham para la fabricación de cerveza ale tostada y levadura Bry 97 para la fabricación de cerveza ácida. Además, para la fabricación de cerveza ácida se necesita la adición de 140 kg de pulpa de maracuyá. En la tabla 21, se representan estas cantidades junto con el resultado del balance de materia en esta etapa.

Tabla 20 Balance de materia Fermentación

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M13: MOSTO FRIO (KG)	CORRIENTE M14: LEVADURA (KG)	CORRIENTE M15: CERVEZA VERDE (KG)	CORRIENTE P1: PULPA DE MARACUYA (KG)
LAGUER	1000	0,5	1000,5	-
ALE TOSTADA	1000	0,5	1000,5	-
ÁCIDA	1000	0,5	1140,5	140

## ETAPA 8: MADURACIÓN

Después de la fermentación, la cerveza se traslada a un tanque de maduración donde se deja reposar a baja temperatura. Este proceso ayuda a desarrollar los sabores y aclarar la cerveza.

En esta etapa, la cerveza puede ser carbonatada naturalmente mediante la adición de azúcares y levadura (para una segunda fermentación en el envase) o forzadamente con CO<sub>2</sub>. También se pueden hacer ajustes finales de sabor. En la Tabla 22 se observa el balance de materia para esta etapa.

Figura 24 Diagrama de bloques maduración

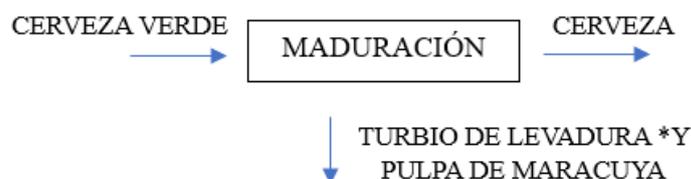


Tabla 21 Balance de materia Maduración

TIPO DE CERVEZA	CORRIENTE M15: CERVEZA VERDE (KG)	CORRIENTES M16 Y P2: TURBIO DE LEVADURA *Y PULPA (KG)	CORRIENTE M17: CERVEZA (KG)
LAGUER	1000,5	0,5	1000
ALE TOSTADA	1000,5	0,5	1000
ÁCIDA	1140,5	140,5	1000

#### 5.2.4. ANÁLISIS DE CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS Y EFICACIA POR TIPO DE CERVEZA

Para hacer una comparación entre los tres tipos de cerveza, evaluaremos cada ingrediente en términos de cantidades necesarias por cada lote de 1000 L de cada tipo de cerveza (Figuras 25, 26 y 27). Esta comparación nos permitirá hacer un análisis de rentabilidad aproximado y general sobre los procesos estudiados, aunque no se disponen de datos específicos sobre costes de materias primas.

En relación a la malta, la ácida utiliza menos que las otras dos (200 kg frente a 235 kg por lote de cerveza producido), lo que puede resultar en un coste menor de materia prima, si consideramos que el precio de la malta es un factor significativo en el coste de producción.

El consumo de agua es bastante similar entre las tres recetas, con diferencias mínimas que probablemente no tendrán un gran impacto en el coste.

En cuanto al lúpulo, la ácida también utiliza mucho menos lúpulo (0,6 kg) comparada con la cerveza tipo laguer (2,4 kg) y la cerveza tipo ale (1,5 kg). Dado que el lúpulo puede ser costoso, especialmente variedades específicas para ciertos estilos de cerveza, esto podría hacer que la cerveza ácida sea más rentable en términos de este ingrediente.

Hay que considerar el coste adicional de la pulpa de maracuyá, utilizado únicamente en la elaboración de la cerveza ácida. La rentabilidad de este ingrediente dependerá de su precio y de cómo afecte el valor de venta de la cerveza. Si la pulpa de maracuyá agrega suficiente valor a la cerveza ácida que se puede vender a un precio mayor, este coste adicional puede justificarse.

Los porcentajes de eficacia observados en la Figura 28, indican que la cerveza ale tostada y laguer presentan eficacias en transformar las materias primas elevadas y muy similares entre ellas (72,9 y 72,5 %, respectivamente). Estos valores sugieren que los dos procesos están optimizados para maximizar el uso de las materias primas y aumentar el rendimiento de la cerveza. En contraste, la cerveza ácida, con una eficacia del 67,3%, puede estar enfrentando desafíos en la optimización de recursos, posiblemente debido a la naturaleza de sus ingredientes adicionales como la pulpa de fruta, que podría no convertirse tan directamente en cerveza o afectar el rendimiento de otras maneras.

Figura 25 Malta utilizada para la producción de 1000L de cerveza

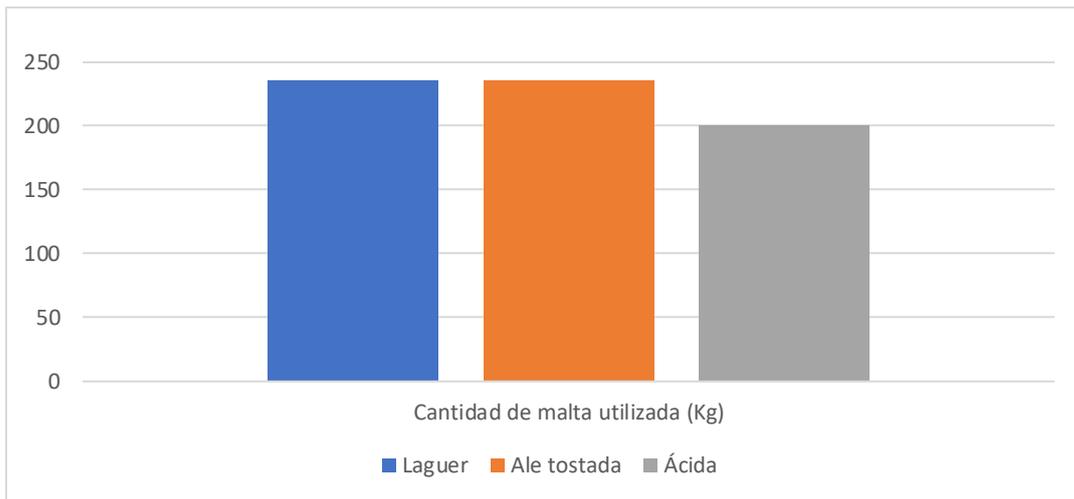


Figura 26 Agua utilizada para la producción de 1000L de cerveza

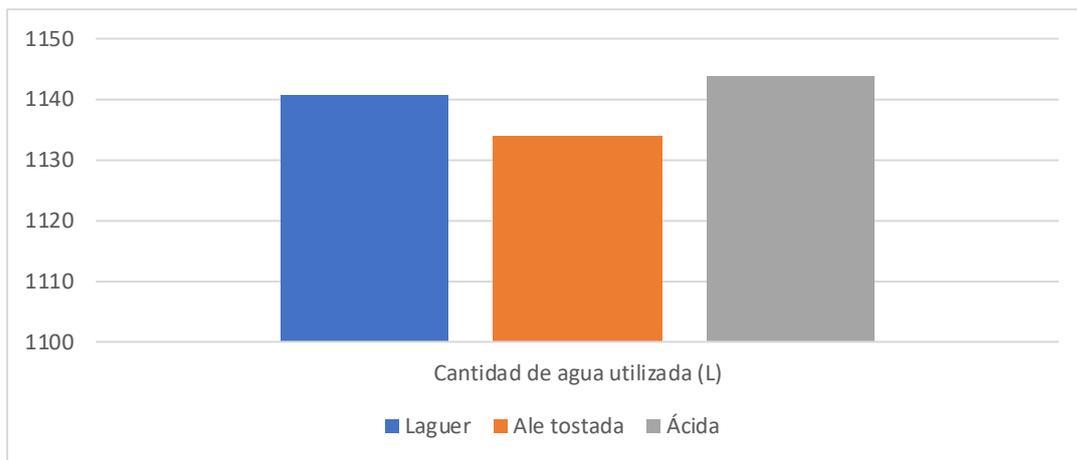


Figura 27 Lúpulo utilizado para la producción de 1000L de cerveza

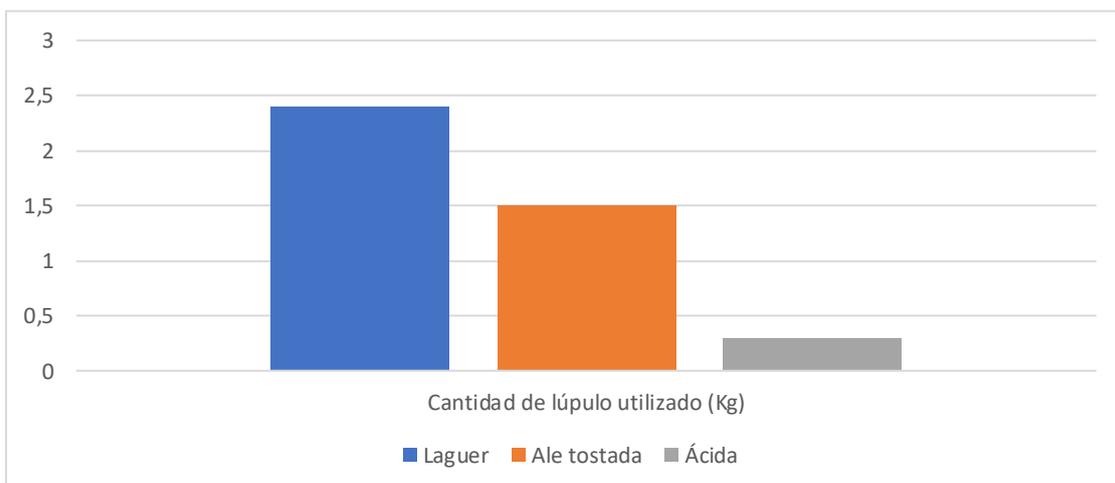
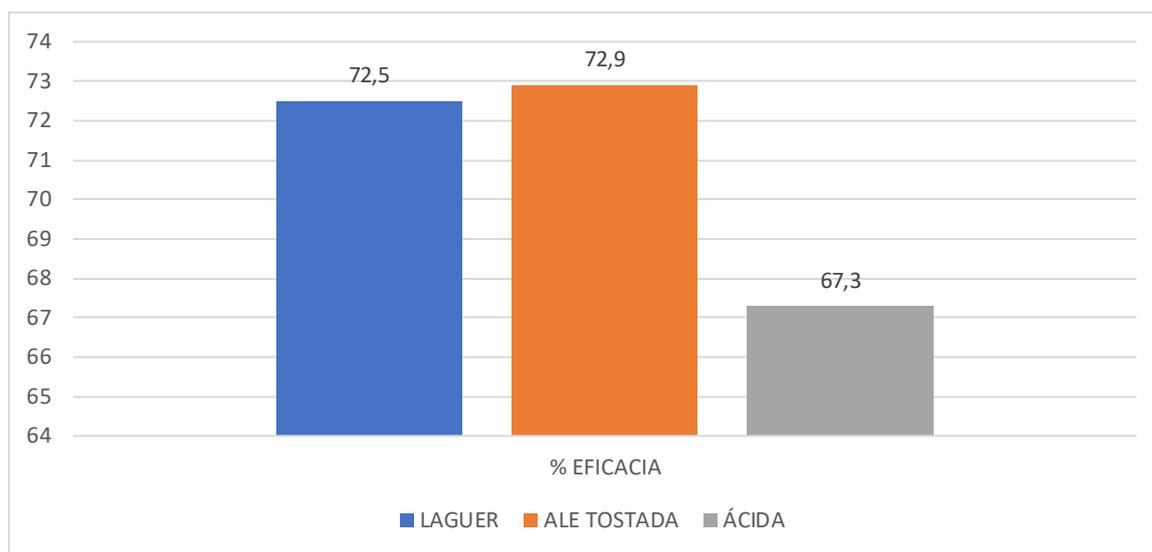


Figura 28 Eficacia de la producción de 1000L de cerveza



### 5.3. CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA CERVEZA ARTESANAL

La cerveza artesanal, enfrenta desafíos relacionados con la contaminación, que pueden impactar su calidad y seguridad. Estos desafíos se originan en tres fuentes principales: las materias primas utilizadas en su elaboración, el proceso de producción, y el ambiente de la fábrica donde se lleva a cabo la producción. Cada una de estas fuentes puede introducir contaminantes que afectan negativamente el producto final.

La contaminación en la cerveza artesanal se puede clasificar en tres categorías principales: física, química y microbiológica, como podemos observar en la Ilustración 5. La contaminación física incluye la presencia de micro y nano plásticos, cristal y aluminio, elementos que pueden derivar de los envases o del proceso de producción y que son indeseables en el producto final. Los contaminantes químicos, por otro lado, abarcan sustancias como micotoxinas, metales pesados y aminas biogénicas, que pueden originarse tanto en las materias primas como en las prácticas de manufactura, y tienen el potencial de afectar la salud de los consumidores. Finalmente, la contaminación microbiológica, que incluye bacterias fermentativas no deseadas, levaduras salvajes y hongos, puede comprometer no solo la seguridad de la cerveza artesanal sino también su perfil de sabor, llevando a productos de calidad inferior o incluso insalubres.

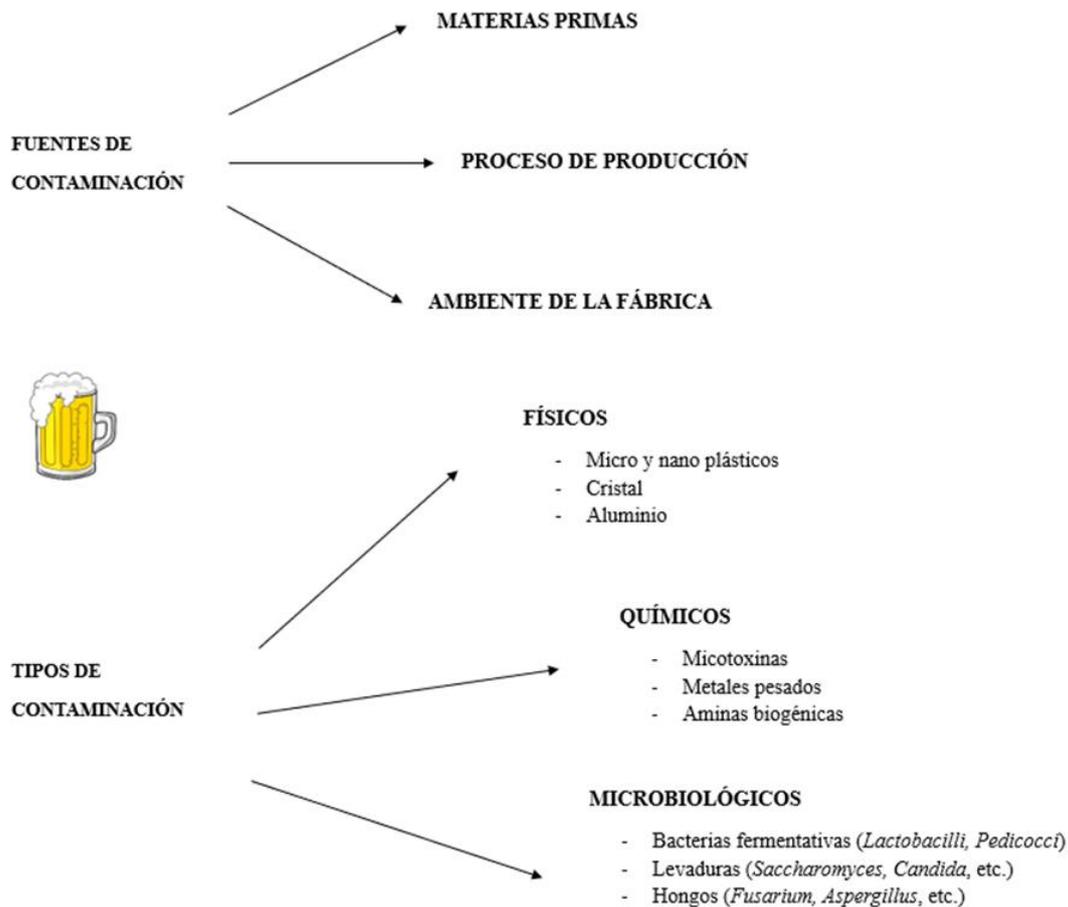


Ilustración 5 Fuentes y tipos de contaminación en la cerveza

### 5.3.1. CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS

Los contaminantes microbiológicos pueden originarse en diversas fuentes. Los contaminantes primarios provienen de los materiales y el equipo de elaboración, mientras que los secundarios se introducen durante el embotellado, enlatado o embarrilado. Aunque alrededor del 50% de las contaminaciones microbiológicas documentadas se atribuyen a contaminaciones secundarias, las primarias son más perjudiciales, ya que pueden comprometer toda una producción de cerveza. Por otro lado, la contaminación del equipo de elaboración se debe a prácticas inadecuadas de limpieza y saneamiento (Bergsveinson, J. et al., 2012).

La producción de cerveza artesanal, a una escala más reducida como es el caso de la cerveza artesanal, a menudo plantea desafíos adicionales para la implementación de procedimientos rigurosos de higiene. La adición de materiales primarios tanto convencionales como no convencionales, como frutas, hierbas, miel, especias y verduras después de la ebullición del mosto, incrementa el riesgo de deterioro microbiano debido a su carga microbiana intrínseca (Postulkova et al., 2018). Aun así, la supervivencia de microorganismos patógenos en la cerveza es baja, debido a factores inhibidores como: la presencia de etanol (0.5–10% (p/p)), compuestos amargos del lúpulo, bajo pH (3.8–4.7),

dióxido de carbono, bajo oxígeno y la falta de sustratos nutritivos (Lorencová, E. et al., 2020). Además, la adición de lúpulo juega un papel clave en la supervivencia y desarrollo de bacterias lácticas en la cerveza, ya que los compuestos del lúpulo, especialmente los iso-ácidos, exhiben actividad antibacteriana contra bacterias Gram-positivas (Mizutani, K. et al., 2011).

La cerveza tiene un pH bajo (3.8–4.7) y, gracias a la fermentación de la levadura, presenta una concentración nutricional selectiva que no es la adecuada para el desarrollo de muchas bacterias (Inoue, T. et al., 2013). A pesar de estas condiciones adversas, un número limitado de microorganismos tiene la capacidad de estropear la cerveza. Las bacterias responsables del deterioro de la cerveza representan un desafío significativo para la industria cervecera a nivel global, ya que los episodios de deterioro pueden afectar la reputación de la marca y generar costes considerables para la recuperación de productos (Geissler, A.J., et al., 2016). Las alteraciones sensoriales desagradables a menudo actúan como indicadores frecuentes de infección microbiana. Se ha informado de una cepa de *Staphylococcus xylosus* en cervezas artesanales turbias y con sabores desagradables que fueron retiradas del mercado local por las cervecerías. *S. xylosus* es un microorganismo que se encuentra en la piel de personas y animales, además de ser una bacteria común en alimentos y materias primas (Sakamoto, K. et al., 2003). Esta cepa prosperó en presencia de compuestos del lúpulo y mostró un alto potencial para arruinar la cerveza. El sabor agrio en la cerveza se asocia frecuentemente con bacterias ácido-lácticas y acéticas (Wang, Z. et al., 2020). Entre las bacterias ácido-lácticas consideradas más comunes en la cerveza se encuentran *P. damnosus* y *Lb. brevis* (Menz, G et al., 2009). Deng et al. indican que las bacterias ácido-lácticas representan entre el 60 y el 90% de los riesgos microbiológicos en las cervecerías, siendo, por lo tanto, las más comunes entre las causas de deterioro en la cerveza.

Los microhongos quimioorganotróficos conocidos como levaduras obtienen su carbono y energía a través de la digestión de materia orgánica. Antes del proceso de ebullición en la tecnología cervecera, los riesgos de contaminación por levaduras son mínimos, ya que estas no son termotolerantes y no pueden sobrevivir a desviaciones mínimas en la temperatura. Las levaduras silvestres, a diferencia de las levaduras de fermentación, no son deseadas en el proceso de elaboración de cerveza, ya que pueden provocar sabores y olores indeseables. La contaminación por levaduras silvestres es común en cervecerías que no mantienen un control estricto de la higiene (Menz, G et al., 2009). Las levaduras como *Brettanomyces/Dekkera*, *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus*, y *Saccharomyces ludwigii* pueden provocar sabores y aromas no deseados en la cerveza. La levadura *Brettanomyces/Dekkera* es conocida por producir compuestos fenólicos que producen sabores y olores desagradables, mientras que la levadura *S. cerevisiae* var. *diastaticus* puede causar sobre-carbonatación o incluso explosión de botellas debido a su capacidad para fermentar dextrinas, que son azúcares no fermentables por la mayoría de las cepas de levadura de cerveza (Jespersen, L. et al., 2000).

La implementación de prácticas adecuadas de higiene y manejo en la producción de cerveza artesanal es esencial para prevenir la contaminación y asegurar la calidad y seguridad del producto final. La comprensión de las fuentes de contaminación y los microorganismos específicos involucrados permite a los productores tomar medidas preventivas efectivas y abordar cualquier problema de contaminación de manera eficiente.

### 5.3.2. CONTAMINANTES QUÍMICOS

Las micotoxinas, producidas por hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, son tóxicas con efectos adversos sobre la salud, incluyendo propiedades hepatotóxicas y carcinógenas. Se encuentran en alimentos, especialmente cereales, afectando también a la calidad de la cerveza artesanal. La cebada, ingrediente clave en la cerveza, es susceptible a la contaminación por *Fusarium*, lo que compromete la calidad y seguridad de la malta y, por lo tanto, de la cerveza. Las micotoxinas más comunes en la cebada y malta incluyen nivalenol y deoxinivalenol (Rodhouse, L. et. al., 2019; Guido, L. et. al., 2004; Powell, C.D. et. al., 2007; Vodnar, D.C. et. al., 2012).

Algunos estudios en varios países han examinado la presencia de micotoxinas en cervezas, con resultados que muestran niveles variables, pero generalmente bajos, dentro de los límites seguros establecidos por las regulaciones locales. Sin embargo, las cervezas artesanales tienden a mostrar niveles más altos de contaminación en comparación con las industriales (Holt, S. et. al., 2018; Schothorst, R. et. al., 2003; Roudhouse, L. et. al., 2019). Se requiere más investigación para comprender completamente los riesgos y establecer medidas efectivas para asegurar la calidad de la cerveza.

En la cerveza, la presencia de metales pesados puede deberse a contaminantes agrícolas o al proceso de fabricación, y aunque algunos metales son esenciales para la salud, otros como Al, Cd, Hg y Pb son tóxicos. La desmetalización se presenta como una medida principal para mitigar este riesgo (Tian, Y. et. al., 2022; Eticha, T. et. al., 2014). Los estudios muestran que la cerveza puede contener metales, cuyos niveles pueden variar durante el proceso de producción. La preocupación radica en el consumo regular de cerveza y su impacto potencial en la salud. Los metales pueden provenir de las materias primas, residuos de tratamientos fitosanitarios, contaminación ambiental o el proceso de fabricación (Soares, E.V. et. al., 2012; Mastanjević, K. et. al., 2018). La levadura de cerveza residual tiene la capacidad de absorber metales pesados, ofreciendo una vía para la remoción de estos contaminantes (Bertuzzi, T. et. al., 2018).

En resumen, tanto las micotoxinas como los metales pesados representan desafíos significativos para la seguridad y calidad de la cerveza, requiriendo esfuerzos continuos de investigación y gestión para minimizar su impacto en la salud pública y mantener la integridad del producto.

### 5.3.3. CONTAMINANTES FÍSICOS

Se ha reconocido que la cerveza figura entre los productos más afectados por la presencia de microplásticos. En un estudio realizado en cervezas tratadas con agua municipal de los Grandes Lagos Laurentinos en Estados Unidos se encontraron restos de microplásticos en las 12 marcas analizadas, con niveles que alcanzaron hasta 14.3 partículas por litro. En los Estados Unidos, los productores de cerveza suelen llevar a cabo una filtración más rigurosa con el objetivo de prolongar la vida útil de la cerveza, lo que podría contribuir a la reducción de la contaminación por microplásticos. Contrariamente, algunas microcervecías estadounidenses podrían decidir omitir este paso, argumentando que afecta la experiencia sensorial de sus productos, lo que podría explicar la mayor presencia de residuos de origen humano en las cervezas artesanales (Seruga, M. et. Al, 1997).

Se ha indicado que las posibles fuentes de microplásticos abarcan desde materiales utilizados en el proceso de producción hasta partículas atmosféricas transportadas por el aire y prácticas de limpieza inadecuadas de los materiales de empaque de la cerveza. Incluso se sugiere que partículas presentes en cereales, lúpulo u otros ingredientes de la cerveza podrían contribuir a este fenómeno. Sin embargo, dado que el agua es un componente cuantitativo fundamental en la cerveza, podría también ser el principal agente contaminante de microplásticos en esta bebida (Filippini, T. et. Al, 2019). La contaminación por microplásticos se asocia estrechamente con una gestión inapropiada de residuos en áreas urbanas (Markovski, J. et. Al, 2018), pero también se presenta en zonas intensivamente industrializadas y en cuerpos de agua dulce de países desarrollados (Han, R. et. Al, 2006).

### 5.3.4. MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN

La publicación de los Reglamentos comunitarios 178/2002, 852/2004 y 853/2004, junto con la aprobación de Brewers of Europe de su guía “Managing Food Safety in the European Brewing Industry through the Application of HACCP Principles, 2004” establecen una base para el control de la seguridad alimentaria en la fabricación de cerveza (Cerveceros de España, 2005).

Para garantizar la seguridad y calidad del producto final en la producción de cerveza, considerando los desafíos planteados por los contaminantes tanto microbiológicos como químicos y físicos, es esencial implementar una serie de medidas de control y mitigación a lo largo de todo el proceso de producción.

A continuación, en la tabla 22, se proponen varias estrategias enfocadas en abordar los riesgos identificados centrándose en las diferentes etapas de la producción de cerveza artesanal, analizándolas y sugiriendo medidas de mitigación.

Tabla 22 Contaminaciones y medidas preventivas en la producción de cerveza artesanal

ETAPA DE LA PRODUCCIÓN	POSIBLES CONTAMINACIONES	TIPO CONTAMINACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
MOLIENDA	- Contaminación por polvo y partículas externas.	Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza regular y mantenimiento de los equipos de molienda.</li> <li>- Control de la calidad del grano antes de la molienda.</li> </ul>
MACERACIÓN	- Crecimiento de microorganismos debido a temperaturas inadecuadas.	Biológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento de temperaturas específicas para inhibir el crecimiento bacteriano.</li> <li>- Uso de agua pretratada para evitar contaminantes.</li> </ul>
COCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación por manipulación inadecuada.</li> <li>- Residuos químicos de limpieza.</li> </ul>	Biológica / Química	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrictas prácticas de higiene personal. - Cubrir el mosto durante la cocción para evitar contaminación externa.</li> <li>- Aclarado adecuado de equipos tras la limpieza química.</li> </ul>
ENFRIAMIENTO	- Contaminación por aire y equipos.	Biológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización de sistemas cerrados de enfriamiento.</li> <li>- Desinfección de los intercambiadores de calor antes de su uso.</li> </ul>
FERMENTACIÓN	- Contaminación por levaduras salvajes o bacterias.	Biológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de levadura de calidad y controlada.</li> <li>- Desinfección de fermentadores y equipos relacionados antes de cada uso.</li> </ul>
MADURACIÓN	- Contaminación cruzada entre lotes.	Biológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar la limpieza y asepsia de tanques y líneas de transferencia.</li> <li>- Uso de sistemas de control para separar lotes.</li> </ul>

## 6. CONCLUSIONES

En relación con los objetivos establecidos para este Trabajo de Fin de Grado, se presentan las diferentes conclusiones que reflejan los hallazgos y análisis realizados sobre el proceso de producción de cerveza artesanal en España, con especial atención a los tipos de cerveza laguer, tostada y ácida, su posición dentro del mercado cervecero actual y su control de calidad y seguridad alimentaria.

En primer lugar, el estudio demostró que el mercado cervecero en España ha experimentado un crecimiento significativo, impulsado por un renovado interés en la cerveza artesanal y tradicional. A pesar de los desafíos impuestos por las grandes cerveceras y las dificultades logísticas, la producción artesanal aumentó en 2022. La adquisición de microcervecerías por parte de conglomerados más grandes subraya una estrategia para capturar el creciente interés en el segmento artesanal. Esto indica que el mercado de la cerveza tradicional en España no solo es resistente sino también adaptable y con potencial de crecimiento.

En relación con los resultados de la encuesta realizada, se reveló un existente interés y una percepción positiva significativos hacia la cerveza artesanal en España, especialmente entre los jóvenes y adultos de mediana edad. La calidad y el sabor son los principales atractivos de este tipo de cerveza, aunque el precio puede ser una barrera para algunos consumidores. La disponibilidad en canales convencionales como supermercados está mejorando, pero aún hay espacio para aumentar la visibilidad y educar al mercado sobre las virtudes de la cerveza artesanal. Las estrategias de marketing y educación que aborden estos aspectos podrían ayudar a expandir aún más el mercado de la cerveza artesanal en España. Estos hallazgos concuerdan con los resultados del análisis de mercado, y destacan el potencial de crecimiento que tiene la cerveza artesanal en España.

La comparación de los procesos de producción, mediante balances de materia, para 1000 L de cerveza ácida, laguer y ale revela que, aunque la cerveza ácida podría ofrecer ventajas iniciales en costes de producción debido al menor uso de malta y lúpulo, estos beneficios pueden verse compensados por el coste adicional de ingredientes exclusivos como la pulpa de maracuyá y una eficacia de transformación de materias primas en cerveza más baja (67,3%) en comparación con las ale tostada y laguer (aproximadamente 72,5%). Esto sugiere que, a pesar de las ventajas en el uso de ciertos ingredientes, la rentabilidad de la cerveza ácida podría verse afectada por costes adicionales y desafíos en la optimización del proceso, resaltando la importancia de una evaluación previa de todos los factores de producción al determinar la viabilidad económica de diferentes tipos de cerveza.

Además, la investigación bibliográfica sobre los contaminantes de la cerveza artesanal identificó riesgos de contaminación en su producción, clasificándolos en físicos, químicos y microbiológicos. La implementación de medidas de control y mitigación, basadas en reglamentaciones comunitarias y las guías de Brewers of Europe, es esencial para asegurar la calidad y seguridad del producto. La

adopción de prácticas recomendadas en cada etapa de la producción, desde la selección de materias primas hasta la maduración, subraya la importancia de un enfoque centrado en la gestión de la calidad. Se destaca, por tanto, la necesidad de prácticas de manufactura rigurosas y sistemas de control efectivos para el mantenimiento de altos estándares de calidad en la cerveza artesanal.

En general, este Trabajo Fin de Grado ha logrado sus objetivos de analizar y comprender el proceso de producción de cerveza tradicional en España, evaluando su relevancia en el mercado actual, identificando las preferencias de los consumidores, y estableciendo prácticas recomendadas para asegurar la calidad y seguridad del producto final. La investigación subraya la importancia de la innovación, la adaptabilidad, y la educación del consumidor como pilares fundamentales para el futuro sostenible del sector cervecero artesanal en España.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- Aruna, C., Suguna, M., Visarada, K. B. R. S., Deepika, C., Ratnavathi, C. V., & Tonapi, V. A. (2020). Identification of sorghum genotypes suitable for specific end uses: Semolina recovery and popping. *Journal of Cereal Science*, 93(102955), 102955. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102955>
- Baiano, A. (2020). Craft Beer: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1829-1856.
- Bamforth, C. W. (2003). *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*. Oxford University Press.
- Bamforth, C. W. (2006). *Technological and Scientific Aspects of Brewing*. Academic Press.
- Becker, T., & Tippmann, J. (2016). 500 Jahre Reinheitsgebot - Verfahrenstechnik rund ums Bier. *Chemie Ingenieur Technik*.
- Becker, T., & Tippmann, J. (2016). 500 Jahre Reinheitsgebot - Verfahrenstechnik rund ums Bier. *Chemie Ingenieur Technik*, 88(12), 1847. <https://doi.org/10.1002/cite.201690089>
- Benucci, I., Caso, M. C., Bavaro, T., Masci, S., Keršienė, M., & Esti, M. (2020). Prolyl endopeptidase from *Aspergillus niger* immobilized on a food-grade carrier for the production of gluten-reduced beer. *Food Control*, 110(106987), 106987. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106987>
- Bergsveinson, J.; Pittet, V.; Ziola, B. RT-qPCR analysis of putative beer-spoilage gene expression during growth of *Lactobacillus brevis* BSO 464 and *Pediococcus claussenii* ATCC BAA-344(T) in beer. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2012, 96, 461–470. [CrossRef] [PubMed]
- Bertuzzi, T.; Rastelli, S.; Mulazzi, A.; Donadini, G.; Pietri, A. Known and emerging mycotoxins in small-and large-scale brewed beer. *Beverages* 2018, 4, 46. [CrossRef]
- Blanco, C.A.; Sancho, D.; Caballero, I. Aluminium content in beers and silicon sequestering effects. *Food Res. Int.* 2010, 43, 2432–2436. [CrossRef]
- *BOE-A-2016-11952 Real decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la Norma de Calidad de la cerveza y de las Bebidas de Malta.* (s. f.). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-11952>
- Bogdan, P., & Kordialik-Bogacka, E. (2017). Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.001>
- Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., & Stevens, R. (2004). *Brewing: Science and Practice*. CRC Press.
- Caraher, M., Dixon, P., & Carr-Hill, R. (2006). *Food and health promotion: the role of the public sector*. Sage.
- Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España 2022. <https://acortar.link/EqZnOc>
- Ciont, C.; Epuran, A.; Kerezsi, A.D.; Coldea, T.E.; Mudura, E.; Pasqualone, A.; Zhao, H.; Suharoschi, R.; Vriesekoop, F.; Pop, O.L. Beer Safety: New Challenges and Future Trends within

- Craft and Large-Scale Production. *Foods* 2022, 11, 2693. <https://doi.org/10.3390/foods11172693>
- Daenen, L., Sterckx, F. L., Delvaux, F. R., Verachtert, H., & Derdelinckx, G. (2008). Evaluation of the glycoside hydrolase activity of *Brettanomyces* strain on glycosides from sour cherry (*Prunus cerasus* L.) used in the production of special fruit beers. *Fems Yeast Research*, 8(7), 1103–1114. <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2008.00421.x>
  - de Cerveza, C. (2020, mayo 21). *El lúpulo, la sal y la pimienta de las recetas cerveceras*. Amantes cerveceros. <https://estrellagalicia.es/amantes-cerveceros/el-lupulo-la-sal-y-la-pimienta-de-las-recetas-cerveceras/>
  - De Cerveza, F., & De Cerveza, F. (2023, 9 enero). *Los 10 retos del sector de la cerveza en 2023 por Israel G. Montejo*. Factoría de Cerveza. <https://factoriadecerveza.com/los-10-retos-del-sector-de-la-cerveza-en-2023-por-israel-g-montejo/>
  - Deng, Y.; Liu, J.; Li, H.; Li, L.; Tu, J.; Fang, H.; Chen, J.; Qian, F. An improved plate culture procedure for the rapid detection of beer-spoilage lactic acid bacteria. *J. Inst. Brew.* 2014, 120, 127–132. [CrossRef]
  - Eticha, T.; Hymete, A. Health risk assessment of heavy metals in locally produced beer to the population in Ethiopia. *J. Bioanal. Biomed.* 2014, 6, 65. [CrossRef]
  - Filippini, T.; Tancredi, S.; Malagoli, C.; Cilloni, S.; Malavolti, M.; Violi, F.; Vescovi, L.; Bargellini, A.; Vinceti, M. Aluminum and tin: Food contamination and dietary intake in an Italian population. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2019, 52, 293–301. [CrossRef]
  - Garavaglia, C., & Swinnen, J. (Eds.). (2019). *Economic perspectives on craft beer: A revolution in the global beer industry*. Springer International Publishing.
  - Garavaglia, C., & Swinnen, J. (Eds.). (2019). *Economic perspectives on craft beer: A revolution in the global beer industry*. Springer International Publishing.
  - Geissler, A.J.; Behr, J.; von Kamp, K.; Vogel, R.F. Metabolic strategies of beer spoilage lactic acid bacteria in beer. *Int. J. Food Microbiol.* 2016, 216, 60–68. [CrossRef] [PubMed] Spedding, G.; Aiken, T. Sensory analysis as a tool for beer quality assessment with an emphasis on its use for microbial control in the brewery. In *Brewing Microbiology*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2015; pp. 375–404.
  - Gonzalez, M. (2017). *Principios De Elaboracion De Las Cervezas Artesanales*.
  - Guido, L.; Rodrigues, P.; Rodrigues, J.; Gonçalves, C.; Barros, A. The impact of the physiological condition of the pitching yeast on beer flavour stability: An industrial approach. *Food Chem.* 2004, 87, 187–193. [CrossRef]
  - Han, R.; Li, H.; Li, Y.; Zhang, J.; Xiao, H.; Shi, J. Biosorption of copper and lead ions by waste beer yeast. *J. Hazard. Mater.* 2006, 137, 1569–1576. [CrossRef]
  - Holt, S.; Mukherjee, V.; Lievens, B.; Verstrepen, K.J.; Thevelein, J.M. Bioflavoring by non-conventional yeasts in sequential beer fermentations. *Food Microbiol.* 2018, 72, 55–66.

[CrossRef]

- Inoue, T.; Nagatomi, Y.; Uyama, A.; Mochizuki, N. Fate of mycotoxins during beer brewing and fermentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2013, 77, 1410–1415. [CrossRef] [PubMed]
- Investigating the factors impacting aroma, flavor, and stability in dry-hopped beers. (2019). *Technical quarterly*. <https://doi.org/10.1094/tq-56-1-0225-01>
- Jaeger, S. R., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., & Cardello, A. V. (2021). Effects of “craft” vs. “traditional” labels to beer consumers with different flavor preferences: A comprehensive multi-response approach. *Food Quality and Preference*, 87(104043), 104043. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104043>
- Kes, a, A.-L.; Pop, C.R.; Mudura, E.; Salant,ă, L.C.; Pasqualone, A.; Dărab, C.; Burja-Udrea, C.; Zhao, H.; Coldea, T.E. Strategies to improve the potential functionality of fruit-based fermented beverages. *Plants* 2021, 10, 2263. [CrossRef]
- Kourtis, L.; Arvanitoyannis, I. Implementation of hazard analysis critical control point (HACCP) system to the alcoholic beverages industry. *Food Rev. Int.* 2001, 17, 1–44. [CrossRef]
- Lewis, M. J., & Young, T. W. (2001). *Brewing*. Springer Science & Business Media.
- Lorencová, E.; Salek, R.N.; Cern ě íková, M.; Bu ňková, L.; Hýlková, A.; Bu ňka, F. Biogenic amines occurrence in beers produced in Czech microbreweries. *Food Control* 2020, 117, 107335. [CrossRef]
- Markovski, J.; Markovski, M.; Knezevic, B.; Hristovski, K.D. Metals in select beers commercially available in the US: Unmonitored sources of concerning exposure. *Maced. J. Chem. Chem. Eng.* 2018, 37, 159–172. [CrossRef]
- Mastanjević, K.; Šarkanj, B.; Krska, R.; Sulyok, M.; Warth, B.; Mastanjević, K.; Šantek, B.; Krstanović, V. From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. *Food Chem.* 2018, 254, 115–121. [CrossRef]
- Mastanjević, K.; Šarkanj, B.; Krska, R.; Sulyok, M.; Warth, B.; Mastanjević, K.; Šantek, B.; Krstanović, V. From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. *Food Chem.* 2018, 254, 115–121. [CrossRef]
- Medoro, C., Cianciabella, M., Camilli, F., Magli, M., Gatti, E., & Predieri, S. (2016). Sensory profile of Italian craft beers, beer taster expert versus sensory methods: A comparative study. *Food and nutrition sciences*, 07(06), 454–465. <https://doi.org/10.4236/fns.2016.76047>
- Menz, G.; Aldred, P.; Vriesekoop, F. Growth and survival of foodborne pathogens in beer. *J. Food Prot.* 2011, 74, 1670–1675. [CrossRef]
- Menz, G.; Aldred, P.; Vriesekoop, F. Pathogens in beer. In *Beer in Health and Disease Prevention*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2009; pp. 403–413.
- Micet. (2022, 6 enero). ¿Cuántos tipos diferentes de malta existen en la producción de cerveza

- artesanal? - Micet Craft. *Micet Craft*. <https://www.micetcraft.com/es/tipos-de-malta/>
- Mizutani, K.; Nagatomi, Y.; Mochizuki, N. Metabolism of zearalenone in the course of beer fermentation. *Toxins* 2011, 3, 134–141. [CrossRef] [PubMed]
  - Morgan, D. R., Lane, E. T., & Styles, D. (2020). Crafty Marketing: An evaluation of distinctive criteria for “Craft” beer. *Food Reviews International*, 38(5), 913-929.
  - Narziss, L. (2005). *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach*. Wiley-VCH.
  - Oliveira, P.; Brosnan, B.; Jacob, F.; Furey, A.; Coffey, A.; Zannini, E.; Arendt, E.K. Lactic acid bacteria bioprotection applied to the malting process. Part II: Substrate impact and mycotoxin reduction. *Food Control* 2015, 51, 444–452. [CrossRef]
  - Olšovská, J.; Jandovská, V.; Běláková, S.; Kubizniaková, P.; Vrzal, T.; Štěrba, K. Monitoring of potential contaminants in beer from the Czech Republic. *Kvas. Pr ům.* 2019, 65, 84–96. [CrossRef]
  - Pascari, X.; Ramos, A.J.; Marín, S.; Sanchís, V. Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination. A review. *Food Res. Int.* 2018, 103, 121–129. [CrossRef] [PubMed]
  - Paul Gatza, Chuck Skypeck, Kaylyn Kirkpatrick, Chris Williams, Steve Parr, Dan Rabin (2023), *Brewers Association 2023 Beer Style Guidelines*
  - Pavel, C.; Tomáš, H.; Josef, D.; Jiří, C.; Marie, J.; Vladimír, K.; Danuša, H. Monitoring of the distribution of some heavy metals during brewing process. *Ecol. Chem. Eng. S* 2011, 18, 67–74.
  - Peters, J.; Van Dam, R.; Van Doorn, R.; Katerere, D.; Berthiller, F.; Haasnoot, W.; Nielen, M.W. Mycotoxin profiling of 1000 beer samples with a special focus on craft beer. *PLoS ONE* 2017, 12, e0185887. [CrossRef] [PubMed]
  - Piacentini, K.C.; Savi, G.D.; Pereira, M.E.; Scussel, V.M. Fungi and the natural occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in malting barley (*Hordeum vulgare* L.). *Food Chem.* 2015, 187, 204–209. [CrossRef]
  - Postulkova, M.; Rezanina, J.; Fiala, J.; Ruzicka, M.C.; Dostalek, P.; Branyik, T. Suppression of fungal contamination by *Pythium oligandrum* during malting of barley. *J. Inst. Brew.* 2018, 124, 336–340. [CrossRef]
  - Powell, C.D.; Diacetis, A.N. Long term serial repitching and the genetic and phenotypic stability of brewer’s yeast. *J. Inst. Brew.* 2007, 113, 67–74. [CrossRef]
  - Redacción. (2023, 3 agosto). *Tendencias de la industria cervecera craft en 2023*. Brew&Hub. <https://brewandhub.es/tendencias-de-la-industria-cervecera-craft-en-2023/>
  - Redan, B.W.; Jablonski, J.E.; Halverson, C.; Jaganathan, J.; Mabud, M.A.; Jackson, L.S. Factors affecting transfer of the heavy metals arsenic, lead, and cadmium from diatomaceous-earth filter aids to alcoholic beverages during laboratory-scale filtration. *J. Agric. Food Chem.* 2019, 67, 2670–2678. [CrossRef]
  - *Results*. (2023, 26 agosto). World Beer Challenge. <https://worldbeerchallenge.org.uk/results/>

- Riedl, R.; Fütterer, J.; Goderbauer, P.; Michel, M.; Jacob, F.; Hutzler, M. Combined Yeast Biofilm Screening—Characterization and Validation of Yeast Related Biofilms in a Brewing Environment with Combined Cultivation and Specific Real-time PCR Screening of Selected Indicator Species. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 2019, 77, 99–112. [CrossRef]
- Rodhouse, L.; Carbonero, F. Overview of craft brewing specificities and potentially associated microbiota. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2019, 59, 462–473. [CrossRef] [PubMed]
- Rodman, A.D.; Gerogiorgis, D.I. An investigation of initialisation strategies for dynamic temperature optimisation in beer fermentation. *Comput. Chem. Eng.* 2019, 124, 43–61. [CrossRef]
- Rodríguez-Saavedra, M.; de Llano, D.G.; Moreno-Arribas, M.V. Beer spoilage lactic acid bacteria from craft brewery microbiota: Microbiological quality and food safety. *Food Res. Int.* 2020, 138, 109762. [CrossRef] [PubMed]
- Sakamoto, K.; Konings, W.N. Beer spoilage bacteria and hop resistance. *Int. J. Food Microbiol.* 2003, 89, 105–124. [CrossRef]
- Sampaolesi, S.; Gamba, R.R.; De Antoni, G.L.; León Peláez, Á.M. Potentiality of yeasts obtained as beer fermentation residue to be used as probiotics. *LWT* 2019, 113, 108251. [CrossRef]
- Schothorst, R.; Jekel, A. Determination of trichothecenes in beer by capillary gas chromatography with flame ionisation detection. *Food Chem.* 2003, 82, 475–479. [CrossRef]
- Seruga, M.; Grgic, J.; Grgic, Z.; Seruga, B. Aluminium content of beers. *Z. Lebensm.-Forsch. A* 1997, 204, 221–226.
- Shimotsu, S.; Asano, S.; Iijima, K.; Suzuki, K.; Yamagishi, H.; Aizawa, M. Investigation of beer-spoilage ability of *Dekkera*/*Brettanomyces* yeasts and development of multiplex PCR method for beer-spoilage yeasts. *J. Inst. Brew.* 2015, 121, 177–180. [CrossRef]
- Soares, E.V.; Soares, H.M. Bioremediation of industrial effluents containing heavy metals using brewing cells of *Saccharomyces cerevisiae* as a green technology: A review. *Env. Sci. Pollut. Res. Int.* 2012, 19, 1066–1083. [CrossRef]
- Tian, Y.; Zhang, D.; Cai, P.; Lin, H.; Ying, H.; Hu, Q.-N.; Wu, A. Elimination of *Fusarium* mycotoxin deoxynivalenol (DON) via microbial and enzymatic strategies: Current status and future perspectives. *Trends Food Sci. Technol.* 2022, 124, 96–107. [CrossRef]
- Turvey, M.E.; Weiland, F.; Meneses, J.; Sterenberg, N.; Hoffmann, P. Identification of beer spoilage microorganisms using the MALDI Biotyper platform. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2016, 100, 2761–2773. [CrossRef]
- Varela Naranjo, D. (2018, 31 julio). ¿Sabes cuáles son los 4 ingredientes de la cerveza? *Install Beer*. <https://installbeer.com/blogs/diariocervecero/4-ingredientes-principales-de-la-cerveza>
- Villa, K.; Vyskočil, J.; Ying, Y.; Zelenka, J.; Pumera, M. Microrobots in Brewery: Dual Magnetic/Light-Powered Hybrid Microrobots for Preventing Microbial Contamination in Beer. *Chem.—Eur. J.* 2020, 26, 3039–3043. [CrossRef]

- Villacreces, S., Blanco, C. A., & Caballero, I. (2022). Developments and characteristics of craft beer production processes. *Food Bioscience*, 45, 101495.
- Vodnar, D.C.; Pop, O.L.; Socaciu, C. Monitoring lactic acid fermentation in media containing dandelion (*Taraxacum officinale*) by FTIR spectroscopy. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 2012, 40, 65–68. [CrossRef]
- Wall-Martínez, H.A.; Pascari, X.; Ramos, A.J.; Marin, S.; Sanchis, V. Frequency and levels of mycotoxins in beer from the Mexican Market and exposure estimate for deoxynivalenol mycotoxins. *Mycotoxin Res.* 2019, 35, 207–216. [CrossRef] [PubMed]
- Wang, Z.; Chao, Y.; Deng, Y.; Piao, M.; Chen, T.; Xu, J.; Zhang, R.; Zhao, J.; Deng, Y. Formation of viable, but putatively non-culturable (VPNC) cells of beer-spoilage lactobacilli growing in biofilms. *LWT* 2020, 133, 109964. [CrossRef]
- Yu, Z.; Luo, Q.; Xiao, L.; Sun, Y.; Li, R.; Sun, Z.; Li, X. Beer-spoilage characteristics of *Staphylococcus xylosus* newly isolated from craft beer and its potential to influence beer quality. *Food Sci. Nutr.* 2019, 7, 3950–3957. [CrossRef] [PubMed]
- Yu, Z.; Luo, Q.; Xiao, L.; Sun, Y.; Li, R.; Sun, Z.; Li, X. Beer-spoilage characteristics of *Staphylococcus xylosus* newly isolated from craft beer and its potential to influence beer quality. *Food Sci. Nutr.* 2019, 7, 3950–3957. [CrossRef] [PubMed]
- Zendeboodi, F.; Jannat, B.; Sohrabvandi, S.; Khanniri, E.; Mortazavian, A.; Khosravi, K.; Gholian, M.; Sarmadi, B.; Javadi, N. Detection of Non-Alcoholic Beer Spoilage Microorganisms at Critical Points of Production by Polymerase Chain Reaction. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 2020, 11, 9658–9668. [CrossRef]
- Zhao, X.; Yu, Z.; Wang, T.; Guo, X.; Luan, J.; Sun, Y.; Li, X. The use of chitooligosaccharide in beer brewing for protection against beer-spoilage bacteria and its influence on beer performance. *Biotechnol. Lett.* 2016, 38, 629–635. [CrossRef] [PubMed]
- Zufall, C.; Tyrell, T. The influence of heavy metal ions on beer flavour stability. *J. Inst. Brew.* 2008, 114, 134–142. [CrossRef]

## ANEXOS

Figura A.1. Respuestas divididas por género pregunta "¿Conocía antes la diferencia entre una cerveza artesanal y una industrial?"

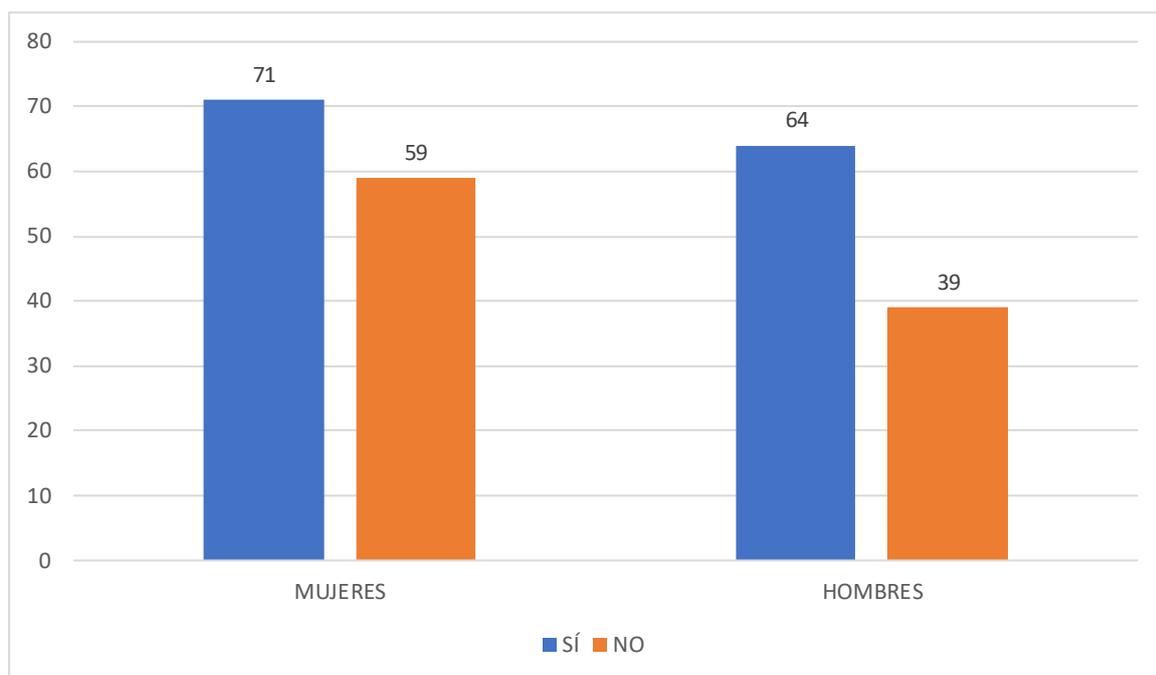


Figura A.2. Respuestas divididas por rango de edades pregunta "¿Conocía antes la diferencia entre una cerveza artesanal y una industrial?"

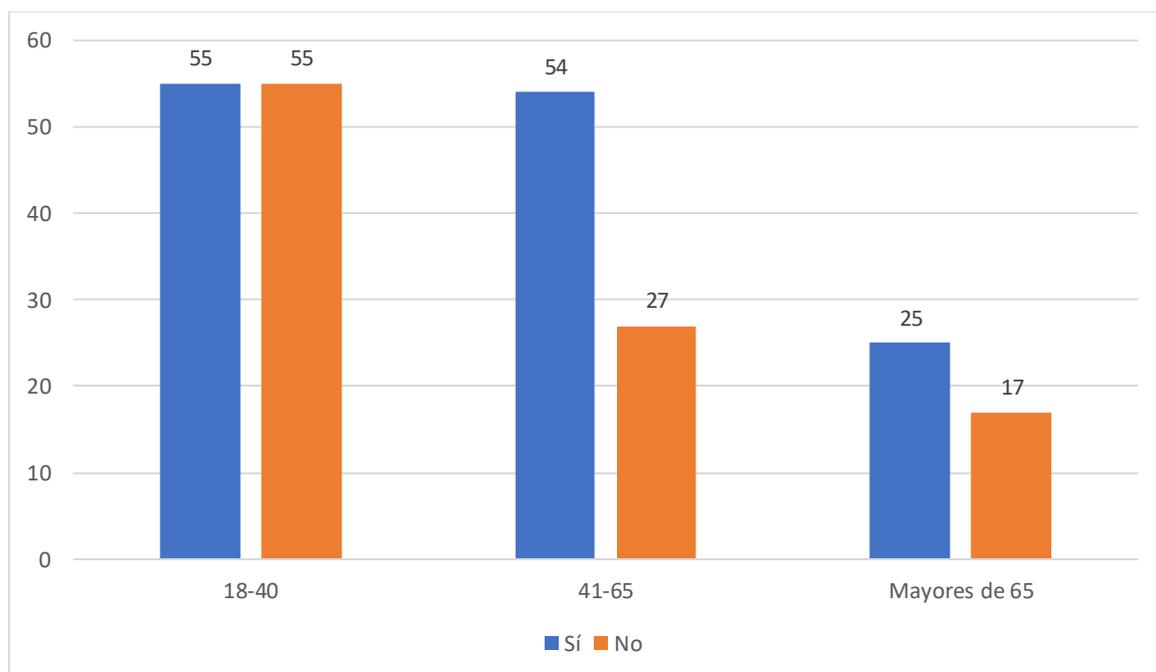


Figura A.3. Resultados divididos por género pregunta “¿Había escuchado antes el concepto de cerveza artesanal?”

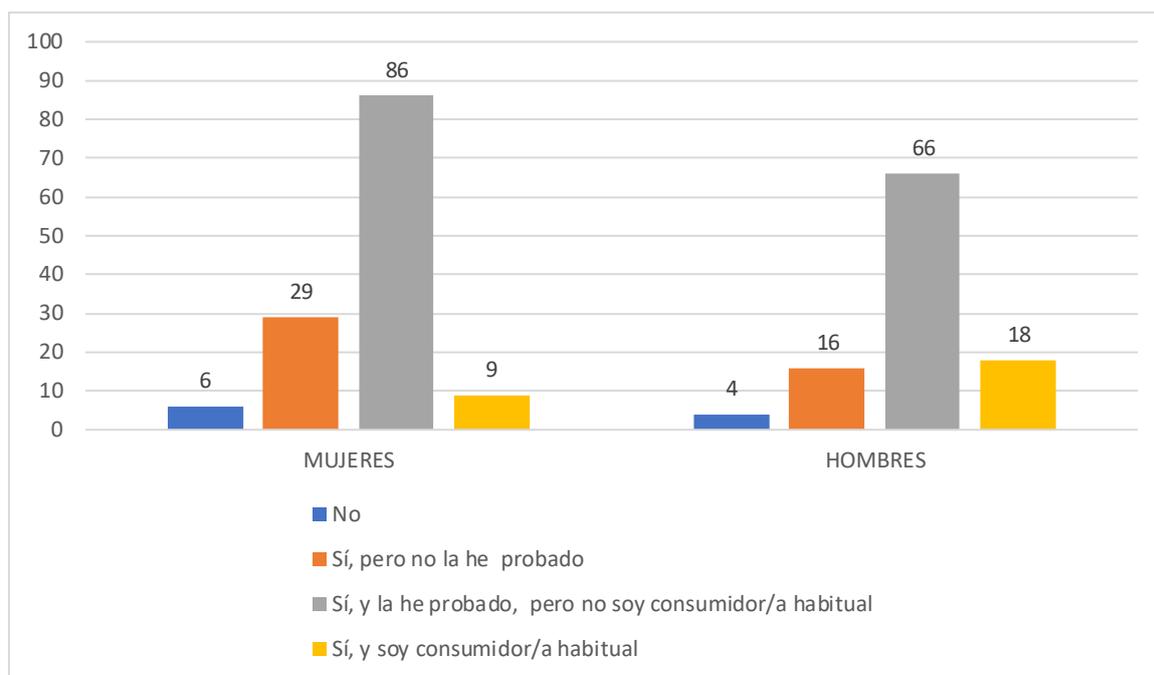


Figura A.4. Resultados divididos por rango de edad pregunta “¿Había escuchado antes el concepto de cerveza artesanal?”.

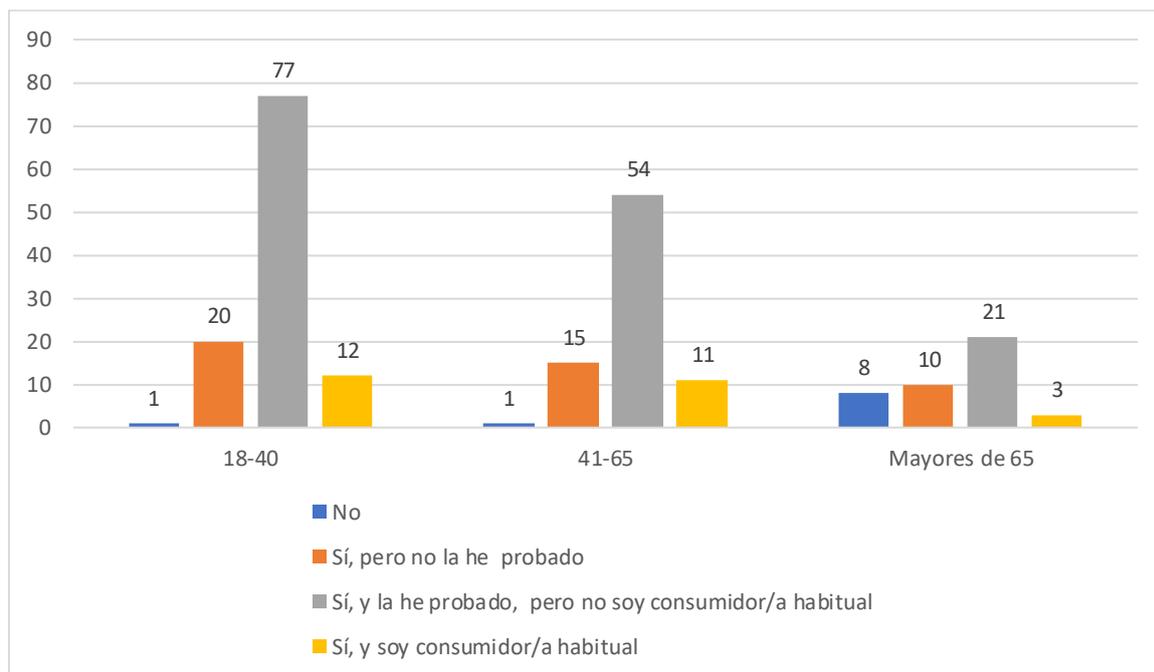


Figura A.5. Resultados por género pregunta “¿Considera que la calidad de la cerveza artesanal es mejor que la calidad de la cerveza industrial?”

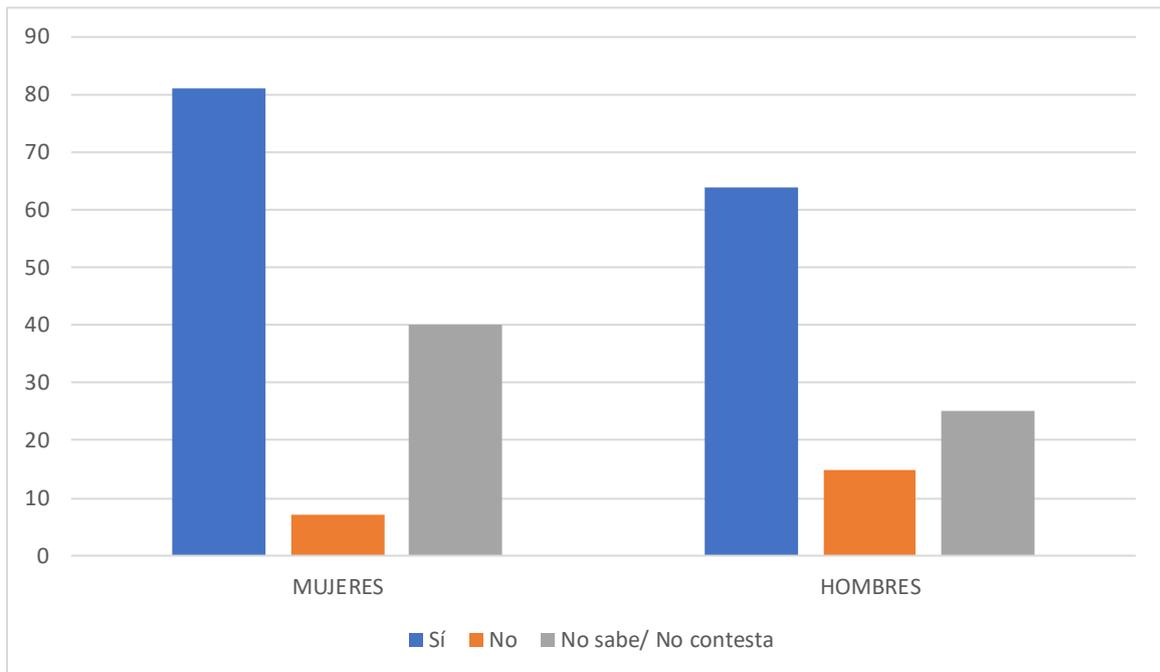


Figura A.6. Resultados por rango de edad pregunta “¿Considera que la calidad de la cerveza artesanal es mejor que la calidad de la cerveza industrial?”

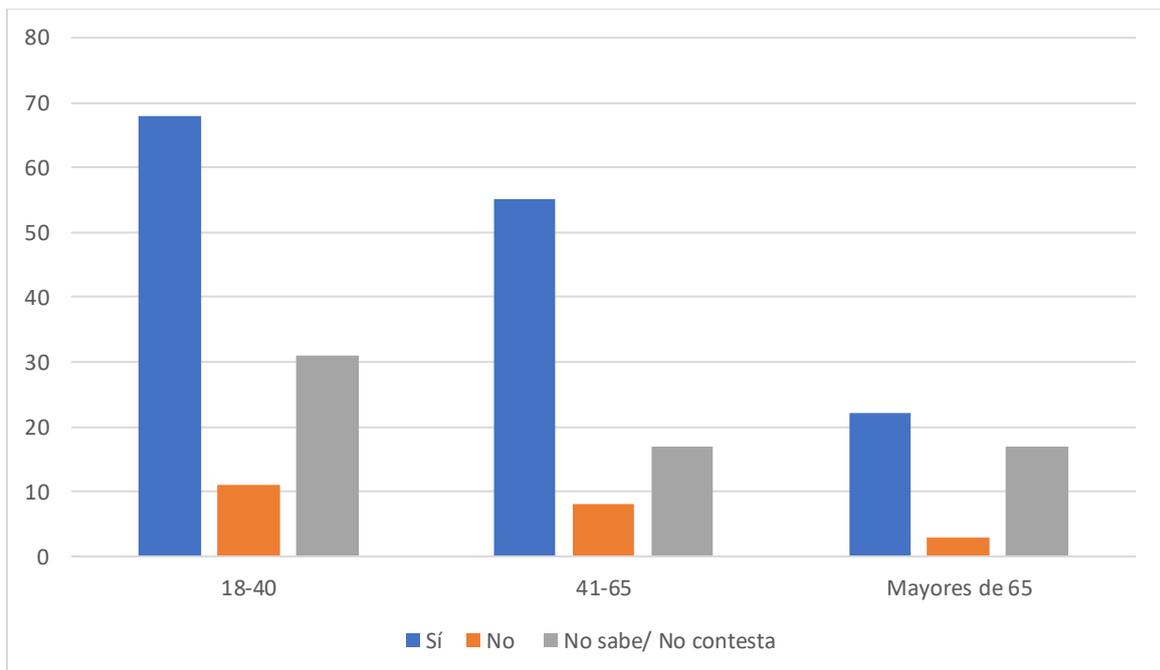


Figura A.7. Resultados divididos por género pregunta "¿Considera que el precio de la cerveza artesanal es caro?"

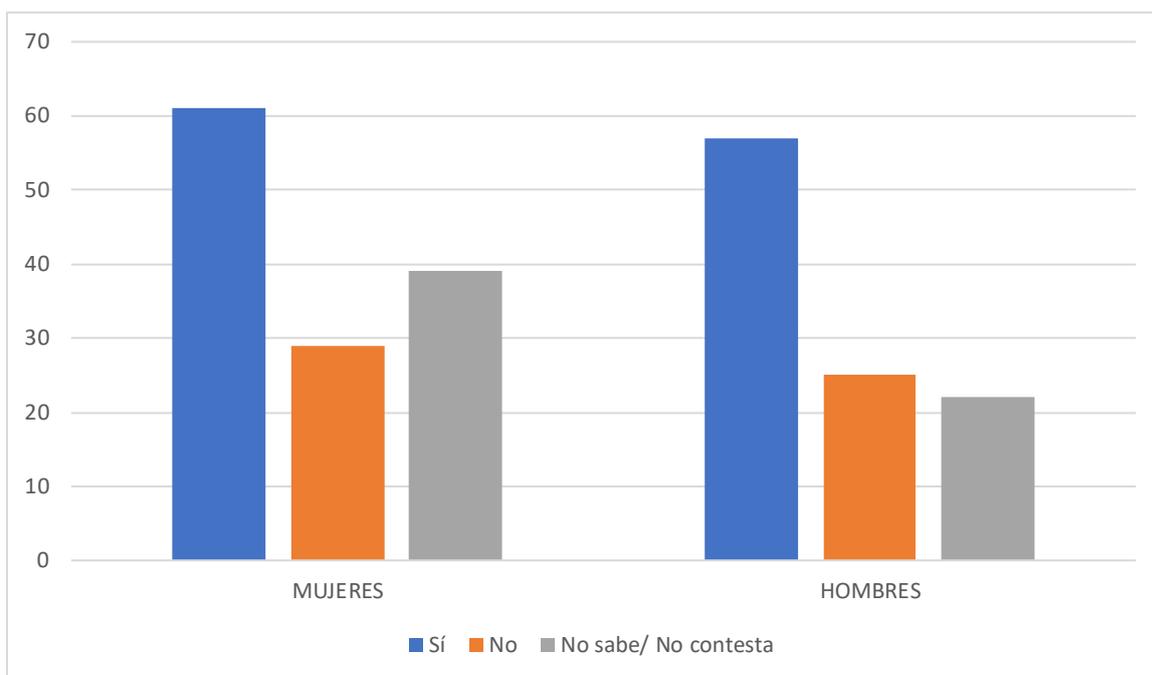


Figura A.8. Resultados divididos por rango de edades pregunta "¿Considera que el precio de la cerveza artesanal es caro?"

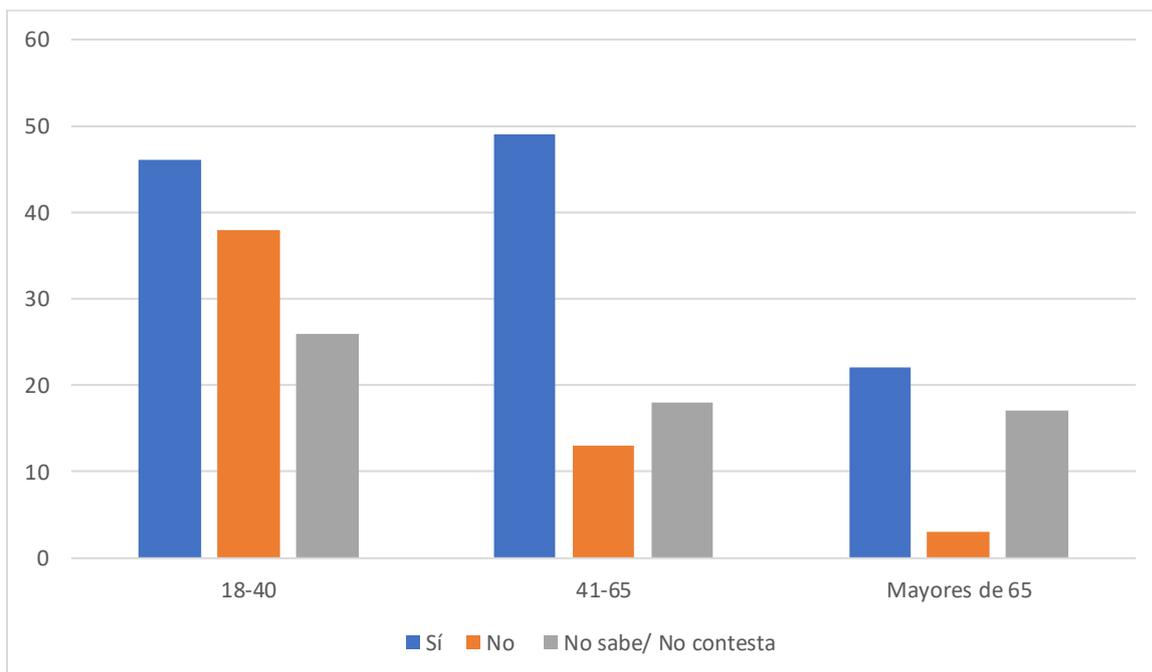


Figura A.9. Resultados divididos por género pregunta “La cerveza artesanal se puede comprar en tiendas especializadas y en internet. Además, se puede consumir en algunos bares y restaurantes. ¿Sabe si se puede comprar alguna marca de cerveza artesanal en su supermercado habitual?”

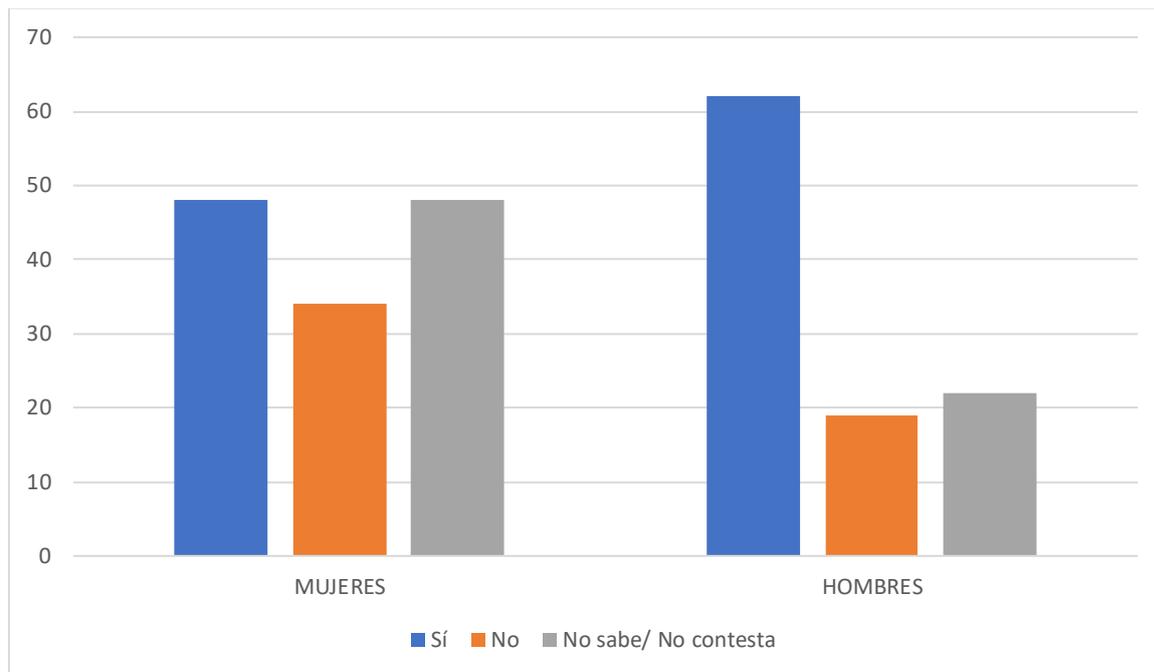


Figura A.10. Resultados divididos por rango de edades pregunta “La cerveza artesanal se puede comprar en tiendas especializadas y en internet. Además, se puede consumir en algunos bares y restaurantes. ¿Sabe si se puede comprar alguna marca de cerveza artesanal en su supermercado habitual?”

