

# ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ESTILO WHITE STOUT

SANZ ALMÁRAZ, LAURA; GALLEGO DIAZ, ADRIAN; CHURRUCA ROS, PEDRO

Alumnos de la LVI promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera impartido por la Escuela Superior de Cerveza y Malta y la Universidad de Alcalá.

Este trabajo forma parte del Trabajo Fin de Máster tutorizado por la profesora de Teoría de las Transformaciones Cerveceras, D<sup>a</sup> Ana García Martí

## RESUMEN

El sector de la cerveza, especialmente a nivel artesanal, se enfrenta continuamente al reto de presentar nuevas propuestas de valor fundamentadas en la innovación y la calidad para satisfacer al mercado. Este Trabajo de Fin de Máster responde a esta cuestión mediante la reinterpretación del estilo clásico "Imperial Stout", desarrollando una cerveza que, organolépticamente encaja con dicho estilo, pero a nivel visual se asemeja a una cerveza rubia estándar. Esta propuesta surge de la pasión de los miembros del equipo por la cerveza artesanal y por la gastronomía moderna.

Se estudiaron las diferentes formas de lograr esta cerveza, realizando pruebas con una variedad de materias primas, incluyendo distintas maltas base y maltas especiales, con diferentes combinaciones de lúpulos y realizando un profundo estudio de las posibles materias aromatizantes que aportaran los sabores deseados a la cerveza sin aumentar su color y de las posibles técnicas para lograrlo.

Finalmente, se realizó el proyecto en la [Planta Piloto de I+D+i que la AETCM pone a disposición de la ESCYM para el desarrollo de los TFM](#), lográndose una cerveza que cumplía con los objetivos [estéticos](#), organolépticos, técnicos y analíticos propuestos por el equipo. El resultado es un producto complejo y con carácter, que confunde al consumidor y cuestiona sus

expectativas en cuanto a la cerveza y su percepción sensorial.

## PALABRAS CLAVE:

Cerveza, White, Stout, Color, Aroma, Sabor, Café, Cacao, Expectativas, Confusión, Percepción.

## ABSTRACT

The beer industry, and in particular the craft beer sector, is continually facing the challenge of offering new value propositions based on innovation and quality that meet market requirements. This Master's Thesis responds to this question by reinterpreting the classic "Imperial Stout" style, developing a beer that resembles a standard lager in appearance but fits, organoleptically, the aforementioned style. This proposal stems from the team member's passion for craft beer and modern gastronomy.

Different ways of achieving this beer were studied, carrying out tests with a variety of raw materials, including different base malts and special malts, with different combinations of hops and carrying out an in-depth study of the possible flavouring raw materials that would bring the desired flavours to the beer, without increasing its colour and of the possible techniques to achieve this.

Finally, the project was carried out at the [R&D Pilot Plant that AETCM makes available to the ESCYM for the development of their student's TFM](#), achieving a beer that fulfilled the objectives, both organoleptic and visual as well as technical and analytical, proposed

by the team. The result is a complex product with character, which confuses consumers and questions their expectations regarding beer and its sensory perception of the product.

**KEYWORDS:**

Beer, White, Stout, Colour, Aroma, Flavour, Coffee, Cocoa, Expectations, Confusion, Perception.

## INTRODUCCIÓN

El sector de la cerveza se enfrenta desde hace varios años al reto de satisfacer una demanda constante de continua innovación y calidad por parte de los consumidores. Esta tendencia es especialmente significativa en el sector de la cerveza artesanal, donde la búsqueda de nuevas ideas y propuestas de valor es un desafío constante para la creatividad y el saber hacer de los maestros cerveceros.

Este trabajo responde a la cuestión planteada mediante la reinterpretación organoléptica de uno de los estilos clásicos con más carácter, las cervezas tipo “Imperial Stout”; y tiene su origen en la pasión de los integrantes del equipo por la cerveza artesanal, la gastronomía moderna y por su interés en el descubrimiento de nuevos productos rompedores, con carácter propio y con capacidad para marcar la diferencia ante el consumidor.

Por ello, el objetivo del trabajo es la elaboración de una cerveza que organolépticamente sea una cerveza “Imperial Stout” pero tenga la apariencia visual de una cerveza rubia de ligera turbidez.

La complejidad de esta propuesta subyace en dos cuestiones:

En primer lugar, conseguir las características organolépticas de una cerveza “Imperial Stout” manteniendo un color bajo y empleando únicamente ingredientes naturales, lo cual implica renunciar al empleo de maltas tostadas e impide el empleo de extractos y aromas artificiales.

En segundo lugar, crear una propuesta de valor atractiva que invite al consumidor a descubrir el producto y lograr en éste una confusión organoléptica. El producto trata de crear, especialmente en el conocedor de estilos de cerveza, una discordancia entre expectativas y sensaciones.

## EL ESTILO “WHITE STOUT”

El estilo propuesto para caracterizar la cerveza a elaborar se denomina “White Stout”. Se trata de un estilo con muy pocas referencias comerciales, incluso dentro del sector artesanal europeo; y las cervezas existentes se caracterizan por un fuerte componente “Pastry” o “Dulce” que se pretende evitar.

Las principales características técnicas que se definen para la cerveza son:

Parámetro	Objetivo
Alcohol (% v/v)	8 - 10
ESP (°P)	22 - 24
Atenuación Aparente (%)	77 - 82
Amargor (IBU)	40 - 50
Color (EBC)	10 - 20

**Tabla 1. Objetivos fisicoquímicos de la cerveza.**

Y a nivel organoléptico, se establecen las siguientes características:

Sentido	Objetivo
Vista	Color amarillo/dorado, ligeramente turbio, con espuma blanca media y retención adecuada.
Olfato	Predominancia de aromas de malta sobre lúpulo.

	Café, torrefacto y tostados con notas de vainilla, frutos secos, ésteres frutales y ahumado.
Gusto	Sabores tostados intensos, amargos de chocolate y cacao como protagonistas con fondo de malta y calidez alcohólica/licorosa.
Cuerpo/sensación en boca	Plenitud, cuerpo intenso, sedosidad y cremosidad. Retrogusto cálido.

**Tabla 2. Objetivos organolépticos de la cerveza.**

## MATERIAS PRIMAS

Para lograr las características deseadas en la cerveza y su definición como “White Stout” se pone el foco en una óptima selección de materias primas, que incluye:

**Agua:** materia prima fundamental que constituye el 85-95 % de la cerveza. En el caso de la receta propuesta, se busca un perfil mineralógico acorde con el estilo Stout. Se emplea como base el agua de red del Canal de Isabel II de Madrid y se adiciona cloruro cálcico y ácido fosfórico para ajustar niveles de calcio y pH.

**Malta Base Maris Otter Clara:** versión clara (3-5 EBC) de malta inglesa clásica, que destaca por sus aportes organolépticos a frutos secos.

**Malta Base Vienna:** malta de 7 EBC que aporta notas a pan tostado y galleta.

**Malta Biscuit:** malta especial (40 EBC) con aporte de sabores tostados evitando el aporte de color excesivo.

**Malta Carared:** malta especial (40-60 EBC) caramelo que aporta dulzor residual y color rojizo.

**Malta Ahumada:** malta especial (4 EBC) que aporta un característico perfil ahumado.

**Copos de Avena:** cereal adjunto de bajo rendimiento en extracto, que destaca por sus aportes al cuerpo y textura de la cerveza. Aporta además proteína que favorece el desarrollo de espuma.

**Lúpulo Target:** variedad inglesa de amargor que destaca por notas herbales y a madera. Ampliamente utilizado en Ales inglesas y Porters y Stout americanas.

**Lúpulo Challenger:** lúpulo inglés habitual en Ales y Bitters, aporta matices a caramelo y afrutados.

**Levadura Mangrove Jack’s M42 New World Strong Ale:** se trata de una cepa Ale, de alta atenuación (77-82%), tolerancia al alcohol elevada (8-10%) y extraordinarias capacidades de floculación, que aporta un aroma neutral con ligeros matices de ésteres afrutados.

**Café de Especialidad:** variedad arábica (Coffea arabica) procedente de Etiopía. Elaboración del tostador vallisoletano “Puchero” de tostado muy ligero que minimiza el aporte de color y otorga notas afrutadas, a chocolate negro y torrefacto.

**Nibs de Cacao:** presentación del cacao, fruto procedente de la Theobroma cacao, en forma descascarillada, tras selección de grano y tostado. Procedente también del tostador pucelano “Puchero” de una variedad originaria de Uganda de tostado ligero. Aporta el propio cacao, chocolate y tostados.

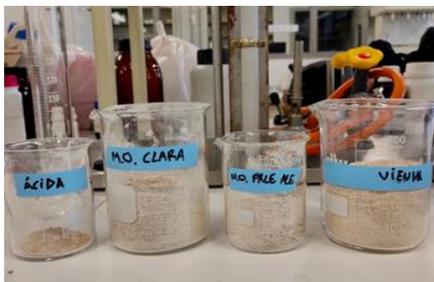
**Haba Tonka:** semillas de la planta tropical sudamericana Dipteryx odorata (fam. Leguminosae) que destacan por su potente y complejo flavor, mezcla de vainilla, canela y almendras amargas. De uso muy extendido a nivel artesanal en Stouts modernas por su extraordinaria complejidad organoléptica.

**Chips de Roble Francés:** alternativa al envejecimiento en barrica para elaboraciones más rápidas. La adicción de virutas aporta notas a madera y matices organolépticos en función de la variedad. En este caso, se buscan notas afrutadas y vainilla además de una integración del resto de sabores y [una ayuda en la clarificación de la cerveza](#).

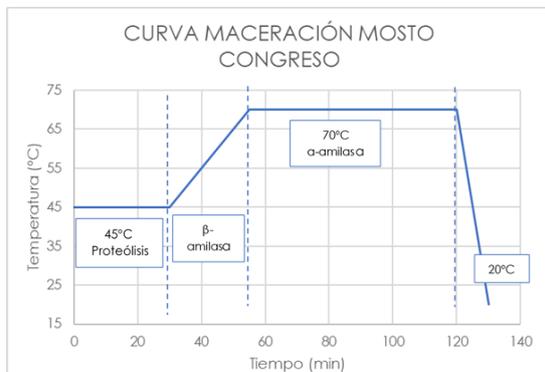
## ENSAYOS PRELIMINARES

El desarrollo práctico del concepto detrás de la cerveza comienza con la elaboración de varios ensayos a pequeña escala para determinar los parámetros que se consideraron más críticos, empezando por el aporte de color a la cerveza final de las maltas seleccionadas.

Por ello, en primer lugar, se llevó a cabo un ensayo a nivel de mosto congreso con diferentes proporciones de las maltas base seleccionadas y con otras variedades de malta que finalmente fueron descartadas.



**Ilustración 1. Ensayo preliminar de maltas base**

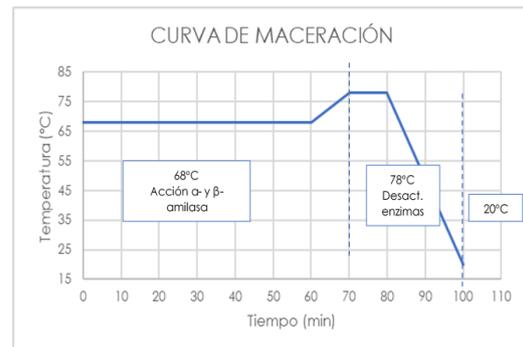


**Ilustración 2. Curva de maceración mosto congreso maltas base**

De este ensayo se determinó que la malta base Maris Otter Clara era idónea para el tipo de cerveza a elaborar, así como que una adicción de malta base Vienna otorgaba cualidades organolépticas al mosto que eran interesantes para el proyecto. Por ello, se determinó que la proporción entre ambas sería 70% Maris Otter Clara y 30% Vienna.

En segundo lugar, se procedió a seleccionar y cuantificar las diferentes maltas especiales que se incluirían en la receta final.

Para ello, se desarrollaron diferentes proporciones de maltas especiales que se combinaron con la proporción inicial de maltas y se procedió a elaborar mostos con dichas mezclas ya siguiendo la curva de maceración pensada para la receta final.



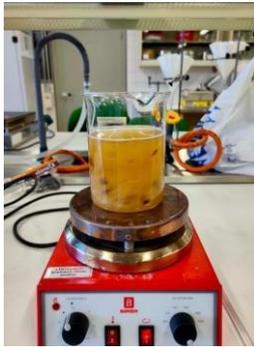
**Ilustración 3. Curva de maceración mosto congreso maltas especiales**

De este ensayo se determinó que, si se quería lograr el objetivo de color < 20 EBC, la proporción de maltas especiales debía limitarse mucho.

No obstante, se decidió llevar a cabo un ensayo a mayor volumen con un mosto de 40 EBC para observar en cerveza final el perfil organoléptico que aportaban las maltas, a fin de evaluar hasta qué punto se podía reducir la cantidad de maltas especiales sin renunciar al aporte que se buscaba de ellas.

Por otra parte, se realizaron ensayos con las materias primas aromatizantes para determinar su aporte de color. Para ello, se partió de una cerveza base lager que se

adulteró con etanol para elevar su contenido alcohólico hasta valores similares a los establecidos para nuestra cerveza.



**Ilustración 4. Ensayo preliminar de infusión fría de materias primas aromatizantes**

Posteriormente, se infundieron en frío y por separado las materias primas aromatizantes durante diferentes intervalos de tiempo y concentración para poder evaluar el aporte de color y flavor.

A partir de este ensayo, se determinaron las dosis a añadir de las diferentes materias primas, estableciéndose en 12 g/L de café, 4 g/L de cacao, 2 g/L de haba tonka y 10 g/L de chips de roble.

Adicionalmente, es importante resaltar que en estos ensayos preliminares se consideró la infusión directa en frío como método de aromatización. Sin embargo, en la elaboración final se disponía de un infusor tipo “hop rocket” cuyo uso se tuvo en consideración.

### ELABORACION DE PRUEBA

A partir de la información recopilada sobre maltas y sobre materias primas aromatizantes, se procedió a llevar a cabo una elaboración a pequeña escala de un prototipo de la cerveza final.

En esta prueba se pretendía, además, familiarizarse con el uso de los equipos y conocer el rendimiento de extracción de la receta propuesta para poder desarrollar los cálculos para la elaboración final.

Para ello, se optó por la siguiente configuración de maltas y compuestos aromatizantes:

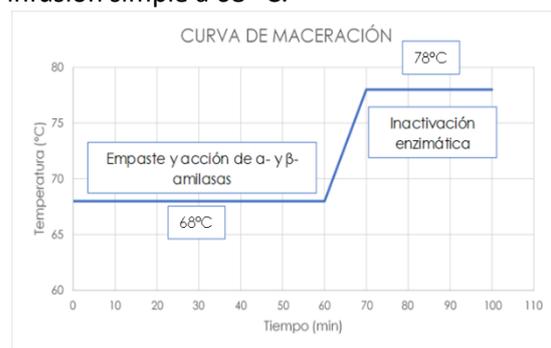
Malta	Proporción (%)
Biscuit	12,50%
Maris Otter	42,00%
Ahumada	2,50%
Carared	5,00%
Vienna	18,00%
Copos Avena	20,00%
Total	100%

**Tabla 3. Proporción de maltas en elaboración de prueba.**

MM.PP. Aromatizantes	(g/L)	Cantidad total (g/25 L)
Café	12	300
Cacao	4	100
Haba Tonka	2	50
Chips de roble	10	250

**Tabla 4. Materias primas aromatizantes**

Y se procedió a realizar un empaste con ratio 1,9 L agua / kg malta y una maceración por infusión simple a 68 °C.



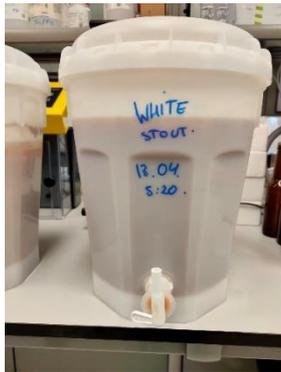
**Ilustración 5. Curva de maceración prueba preliminar.**

El resultado fueron 25 L de mosto filtrado de 25 ° Plato y 38 EBC de color.

Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo de lúpulos para lograr el objetivo de 50 IBU mediante la adición de 33,9 g de lúpulo Target y 64 g de lúpulo Challenger.

Finalmente, se llevó a cabo la separación del hot break en el whirlpool y se procedió a

enfriar el mosto e inocular la levadura Mangrove Jack's M42 New World Strong Ale.



**Ilustración 6. White Stout de prueba**

Tras cinco días de fermentación, se obtuvo una cerveza 'verde' con las siguientes características:

Parámetro	White Stout Prueba
pH	4,23
Color (EBC)	34
Recuento ( $\times 10^6$ )	132
Viabilidad (%)	91,8
Alcohol (% v/v)	10,39
Extracto aparente ( $^{\circ}$ P)	8,12
Atenuación (%)	68,48
Calorías (KJ/100 ml)	415,52

**Tabla 5. Parámetros de cerveza de prueba**

Tras dos días de guarda, se procedió a la adición de las materias primas aromatizantes en la dosis especificada, las cuales se dejaron infundir durante 4 días.

A la finalización de la prueba se realizó un control organoléptico de la cerveza terminada y un análisis del proceso llevado a cabo a fin de identificar posibles puntos de mejora y los cambios necesarios para la elaboración final.

La conclusión más destacable fue la necesidad de reajustar los porcentajes de malts especiales para lograr el objetivo de color. También se apreció la necesidad de subir la ratio de empaste en maceración para

evitar problemas y dificultades en el proceso de filtración. Por otra parte, se identificó la posibilidad de bajar el objetivo de Extracto Seco Primitivo de la cerveza para lograr cumplir el objetivo de volumen. Para estudiar la viabilidad de esta opción, se realizó un ensayo de atenuación límite para comprobar la capacidad de la levadura de generar el alcohol requerido. Por último, se verificó que las cantidades de materias primas aromatizantes eran las adecuadas, a excepción del haba tonka, cuya dosis se decidió reducir a la mitad, a 1 g /L.

## DISEÑO DE LA RECETA FINAL

A partir de la experiencia práctica adquirida en la elaboración de prueba y partiendo de los objetivos desarrollados al comienzo del proyecto, se procedió al diseño de la receta final siguiendo una metodología técnica de diseño de recetas clásicas.

En primer lugar, y mediante la [Fórmula de Balling](#) se procede a calcular el Extracto Seco Primitivo (ESP) de la cerveza a partir de los [valores](#) de contenido en alcohol y [de extracto soluble real en la cerveza final](#). El ESP definido para la receta es de 22,8  $^{\circ}$ P con un objetivo de alcohol de 10% v/v y una atenuación aparente del 78%.

Una vez conocido el ESP de la cerveza, se procede a calcular las características del mosto filtrado, conociendo la tasa de evaporación de agua en ebullición. Esto caracteriza un mosto previo a ebullición compuesto por 44,51 kg de agua y 12,47 kg de extracto, lo cual resulta en una concentración de 21,88  $^{\circ}$ P.

En este punto se identifica que no es posible elaborar un mosto de tales características en una sola cocción, debido a las limitaciones de rendimiento y capacidad de los equipos de la planta.

Por ello, se decide dividir la elaboración en dos **lotes de cocción** de las mismas características, que se llevarán a ebullición juntos, a fin de garantizar la homogeneidad.

Esto nos lleva a un requerimiento de 26,11 L de mosto filtrado a 78 °C con una concentración de 21,88 °P, lo cual equivale a 6,23 kg de extracto en mosto por cocción.

A continuación, procedemos a calcular el vertido de materias primas necesario en maceración para lograr un mosto filtrado de tales características, considerando las mermas del proceso y, especialmente, el rendimiento de extracción tanto de la sala de cocción como el derivado de nuestra receta, pues al buscar una concentración de extracto tan elevada, no es posible emplear una elevada cantidad de aguas de lavado y en el bagazo queda retenido una gran cantidad de extracto.

A partir del ensayo preliminar, establecimos la eficiencia global de la sala de cocción (**considerando el** rendimiento de la sala y de nuestra receta) en un 70%, por lo que el vertido de extracto por cada maceración debía ascender a 8,9 kg de extracto.

Con este objetivo establecido y considerando la capacidad **de carga** del filtro prensa, se procede a determinar las cantidades de cada materia prima (malts y adjuntos) necesarias, considerando siempre la proporción establecida entre ellas en los cálculos de color realizados con anterioridad.

Materia Prima	Proporción en masa (%)	Extracto (kg)	Aporte de Color (EBC)
Maris Otter	50,5 %	4,72	4,63
Vienna	22,0 %	2,09	4,70
Biscuit	2,5 %	0,23	3,21

Carared	2,5 %	0,21	3,51
Ahumada	2,5 %	0,23	0,23
Copos Avena	20 %	2,40	1,22
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>9</b>	<b>17,5</b>

**Tabla 6. Proporción de malts en receta final.**

Posteriormente, se estableció la ratio de empaste en maceración en 2,2 L/kg y se procedió a determinar, mediante balance de materia y considerando el aporte de humedad de la malta y la humedad retenida en el bagazo, la cantidad de aguas de lavado necesarias, que ascendió a 6,63 kilogramos de agua.

Adicionalmente, se realizó un cálculo teórico del primer mosto y las aguas de lavado, que resultó en una estimación de un primer mosto formado por 15,19 kg de agua y 4,95 kg de extracto (24,6 °P) y un lavado compuesto por 6,63 kg de agua y 1,75 kg de extracto (20,9 °P).

Esta estimación supone la recuperación del 70% del extracto añadido en maceración, **lavando el bagazo lo justo para poder obtener el alto extracto original del mosto deseado.**

Posteriormente, se procedió a determinar el cálculo de amargor y las cantidades de lúpulo a añadir en la elaboración.

Se parte del objetivo de 50 IBU de amargor y de la consideración de que, por el estilo de cerveza a elaborar, solo se añaden lúpulos en ebullición.

Se conocen los dos tipos de lúpulo a añadir, que son “Challenger” (6,1 % alfa ácidos) y “Target” (10,4 % alfa ácidos) y se establece que la adición se realice a los 30 minutos de **comenzar** el hervido (24 % de rendimiento de isomerización) y el aporte de amargor se reparta a partes iguales entre ambas **variedades** de lúpulo.

Con ello, y el volumen de mosto calculado con anterioridad tras la salida de ebullición, se procede a determinar la cantidad de alfa ácidos a aportar (10,42 g de alfa ácidos) lo cual resulta en 85,4 gramos de lúpulo “Challenger” y 50,1 gramos de lúpulo “Target”.

Finalmente, se calculan las cantidades de materias primas aromatizantes a emplear en guarda. Para ello, se emplea la ratio determinada en las pruebas preliminares:

Volumen de Cerveza en Guarda (L)		40
Materia Prima Aromatizante	Ratio (g/L)	Cantidad (g)
Café de Especialidad	12	480
Nibs de Cacao	4	160
Haba Tonka	1	40
Chips de Roble	10	400
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>1080</b>

Tabla 4. Ratios de materias primas aromatizantes.

## ELABORACION DE LA CERVEZA FINAL

La elaboración de la cerveza final se llevó a cabo en la planta piloto de I+D+i que la AETCM pone a disposición de la ESCYM para el desarrollo de los TFM de los alumnos en Coslada (Madrid) y su proceso fue el siguiente:

**Molienda:** la molienda de todas las materias primas empleadas en maceración se realizó mediante un molino de martillos con tamiz de 2 mm. En base a la experiencia de la elaboración de prueba, se decidió incluir en la molienda los copos de avena para favorecer su homogeneización en la caldera y la obtención de un lecho filtrante

homogéneo. Se realizaron dos moliendas idénticas para lograr el volumen de mosto frío y el contenido en extracto objetivos.

La segunda molienda dio comienzo una vez terminó la filtración del primer lote y quedó liberada la caldera de maceración.

**Maceración:** se realizaron dos maceraciones, ambas planeadas con una ratio de agua de empaste de 2,2 L/kg. En la primera de ellas, se ajustó el pH del mosto a 5,45 con 7,2 gramos de cloruro cálcico y 2,4 de ácido fosfórico. No obstante, en la segunda maceración se decidió in-situ modificar la ratio de empaste hasta los 3 L/kg vistos los problemas de sobrecarga generados en el filtro prensa. En esta segunda maceración se ajustó el pH del mosto hasta 5,43 mediante la adición de 7,2 gramos de cloruro cálcico y 7,6 gramos de ácido fosfórico. En ambas maceraciones se llevó a cabo una infusión simple a 68 °C, buscando maximizar la producción de maltosa para lograr una elevada proporción de azúcares fermentescibles y alcanzar el objetivo de atenuación, a la vez que se buscaba mantener azúcar residual en forma de dextrinas. Esta infusión simple se mantuvo durante 45 minutos en ambos casos, momento en el que se comprobó la sacarificación completa del mosto y se procedió a la inactivación enzimática y al descenso de la viscosidad mediante el calentamiento a 78 °C durante 10 minutos.

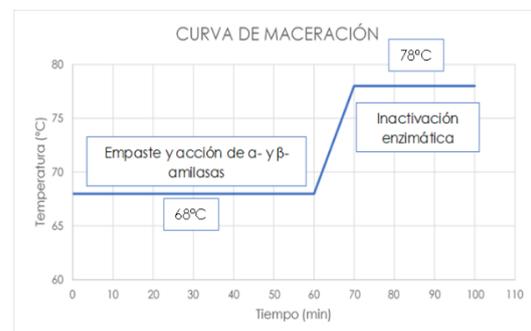


Ilustración 7. Curva de maceración final.

**Filtración:** el proceso de filtración se llevó a cabo mediante el filtro prensa Lambda-M de Landaluce. En la primera elaboración, el bajo ratio de empaste provocó la obtención de únicamente 4 L de mosto primario, que se complementó con 13 L de lavados para obtener un total de 20 L de mosto con 26 °P. El bajo volumen obtenido (menos de los 25 L necesarios por cocción) y el elevado tiempo de filtración (2h) llevaron a tomar la decisión de elevar el ratio de empaste de la segunda maceración a 3 L/kg. En la filtración de esta segunda elaboración se obtuvieron 14 L de mosto primario y 19 L de lavado, para un total de 33 L de mosto de 19,8 °P. En total, sumando ambos mostos, se obtuvieron 50 L de mosto a 21,9 °P, lográndose el objetivo propuesto.

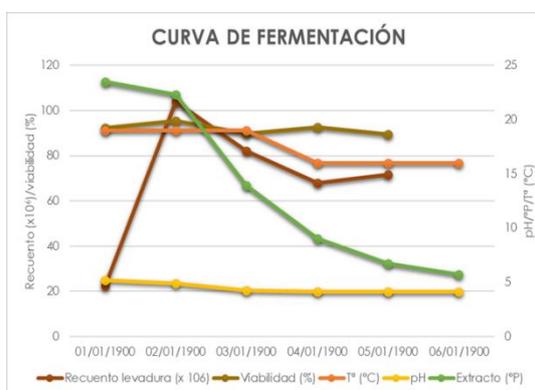
**Ebullición:** una vez combinados los dos mostos resultantes de ambos procesos de maceración y filtración, se procedió a la ebullición conjunta de estos para su esterilización, **coagulación y precipitación proteica**, inactivación enzimática e isomerización de los alfa ácidos aportados por el lúpulo. A este respecto, se calculó la cantidad de lúpulo a añadir considerando el objetivo final de 50 IBU en mosto frío, el contenido en alfa ácidos de las variedades de lúpulo a emplear y el rendimiento de isomerización (24 %) del proceso de ebullición con la información obtenida en la prueba a pequeña escala. Se estableció la adición de 85,4 g de lúpulo Challenger (6,1 % alfa ácidos) y 50,1 g de lúpulo Target (10,4 % alfa ácidos) al comienzo de la ebullición, con una duración objetivo de 30 minutos.

**Whirlpool:** el tiempo de residencia del mosto en el tanque remolino fue de media hora. Con esta duración y con un trasiego cuidadoso hacia el enfriador, se consigue eliminar la **práctica totalidad** del turbio **caliente** formado en ebullición por los coágulos de proteína, **polifenoles** y restos de

lúpulo. En el proceso de whirlpool no se contempla la adición de lúpulo debido al estilo organoléptico propuesto para la cerveza.

**Enfriado:** el enfriamiento y aireación del mosto se lleva a cabo en el trasiego del whirlpool al tanque de fermentación, estableciendo un objetivo de temperatura de 20 °C. El proceso de aireación se lleva a cabo con aire estéril con el objetivo de proporcionar al mosto la concentración óptima de oxígeno para el crecimiento de la biomasa de levadura tras la siembra. Finalmente, se toma muestra del mosto frío para contrastar las especificaciones establecidas, obteniéndose un mosto frío de 23,5 °P; 17,6 EBC y pH de 5,21. El volumen obtenido ascendió a 45 L, lo que significó una merma del 10% entre los procesos de ebullición, whirlpool, trasiego y enfriamiento.

**Fermentación:** la siembra de la levadura se realizó mediante la hidratación previa en 300 ml de agua estéril. La curva de fermentación se programó a 19 °C, no obstante, viendo el rápido crecimiento de la biomasa de levadura y su elevada velocidad de fermentación, se decidió reducir la temperatura hasta los 16 °C en el tercer día de fermentación.



**Ilustración 8. Curva de fermentación.**

Finalmente, se obtuvo una cerveza ‘verde’ con las siguientes características:

Parámetros Cerveza Verde	
Alcohol (% v/v)	9,73
Extracto Original (°P)	22,69
Extracto Real (°P)	8,96
Extracto Aparente (°P)	5,72
Densidad esp. (20/20)	1,022
Calorías (kJ/100 ml)	359,96

Tabla 5. Parámetros de la cerveza tras fermentación.

**Guarda:** tras finalizar la fermentación principal, se realizó una bajada de temperatura a 5°C durante 1 día, para posteriormente bajar a 0°C. Se mantuvo la cerveza a esta temperatura hasta el envasado, realizándose diferentes purgas de levadura a lo largo del tiempo.

**Aromatización:** el aporte de las cualidades organolépticas deseadas en la cerveza se realizó en dos etapas.

Aromatizante	Cantidad (g/L)	Cantidad total (g)
Café	12	480
Cacao	4	160
Haba Tonka	1	40
Chips de Roble	10	400

Tabla 8. Materias primas aromatizantes

La primera de ellas con el empleo de un “Hop Rocket” en el que se introdujeron las materias primas y se procedió a recircular la cerveza por el mismo con la ayuda de una bomba y tras purgar el circuito con carbónico. Esta etapa tuvo una duración de dos horas y media, tras la cual se procedió a una evaluación sensorial de la cerveza, que resultó insatisfactoria al no percibirse los aromas y sabores buscados con la intensidad requerida. Adicionalmente, el sistema de Hop Rocket presentaba una elevada merma de producto al no poder recuperarse la totalidad de la cerveza del circuito. Por ello, se planteó cambiar el procedimiento de aromatización y optar por una infusión directa en frío. Se procedió a preparar la

dosificación requerida de chips de madera, granos de café, nibs de cacao y haba tonka en bolsas de tela previamente esterilizadas y se introdujo directamente en el tanque por la apertura superior. La evolución sensorial de la cerveza se fue controlando mediante catas diarias hasta el envasado.

**Envasado:** una vez que el perfil organoléptico de la cerveza en maduración fue el apropiado y se llevaron a cabo todos los análisis necesarios, se procedió al envasado en botellas de vidrio ámbar de 33 cl. Para ello, se procedió al trasiego de la cerveza a un barril que hacía las veces de tanque de prellenado, aprovechando este proceso para carbonatar en línea la cerveza. El volumen final de cerveza envasada fue de 28 litros.

Parámetros cerveza final	
pH	4,30
Color (EBC)	18,5
Extracto aparente (°P)	5,56
Alcohol (% v/v)	9,57
Amargor (BTU)	34,5
FAN (mg/L)	65,12
Polifenoles (mg/L)	619,52

Tabla 9. Parámetros analizados en cerveza final

## INCIDENCIAS

La incidencia de mayor interés encontrada en el proceso de elaboración de la cerveza tuvo que ver con la filtración mediante filtro prensa de ambos mostos. En un primer lugar, el elevado tiempo de filtración del primer mosto se relacionó con el bajo ratio de empaste empleado, por lo que se decidió aumentar dicha ratio en la segunda maceración. El problema de filtración persistió aunque en menor medida, por lo que se decidió realizar un análisis de los betaglucanos presentes en el mosto. El elevado contenido en los mismos se relacionó con la elevada proporción de copos de avena empleados.

Más tarde, al llevar a cabo la adición de las materias primas aromatizantes en guarda, se encontraron **algunos inconvenientes** en la utilización del Hop Rocket para la aromatización por recirculación de la cerveza a través de él. El primero de los inconvenientes vino por la capacidad del Hop Rocket, que era menor a la que se necesitaba para albergar las cantidades totales de ingredientes aromatizantes que se deseaban incluir a la cerveza, obligando a realizar el proceso por duplicado.

Posteriormente, la naturaleza de los ingredientes aromatizantes (con una baja humedad), suponía la necesidad de un mayor tiempo de contacto con la cerveza para una mayor extracción de aromas, puesto que estos se incluían enteros y no molidos. Esto llevaba a tener que realizar la recirculación varios días seguidos, teniendo que renovar la materia prima aromatizante cada vez y **mantener la esterilidad microbiológica del contenido y el continente**. Por tanto, la cantidad de ingredientes aromatizantes a utilizar, así como el tiempo dedicado a dicha aromatización aumentaban considerablemente.

Finalmente, se debían tener en cuenta las mermas producidas durante el proceso de recirculación. Estas suponían al menos 0,5 litros cada vez y puesto que era necesario repetir el mismo procedimiento múltiples veces, las mermas suponían un porcentaje demasiado elevado. Por estas razones, se decidió finalmente la realización de una maceración en frío de los ingredientes aromatizantes en guarda, utilizando para ello bolsas de infusión autoclavadas. Estas bolsas con los ingredientes en su interior se introdujeron dentro del tanque y se mantuvieron hasta el embotellado de la cerveza.

## ESTUDIO Y ANÁLISIS ECONÓMICO

Finalizada la producción de la cerveza se procedió a realizar un estudio y análisis económico del proyecto.

En primer lugar, se determinó el coste productivo del volumen final de cerveza envasada, a partir del coste de las materias primas, insumos y suministros necesarios:

<b>Materias Primas - Elaboración</b>	Coste Ud.	Ud.	Cant	C. Total
Malta Maris Otter	2,98 €	kg	12,12	36,12 €
Malta Vienna	2,94 €	kg	5,28	15,52 €
Malta Biscuit	4,30 €	kg	0,60	2,58 €
Malta Ahumada	4,62 €	kg	0,60	2,77 €
Malta Caramelo	4,28 €	kg	0,60	2,57 €
Copos de Avena	4,68 €	kg	4,80	22,46 €
Lúpulo Target	0,0280 €	g	50,10	1,40 €
Lúpulo Challenger	0,0305 €	g	85,40	2,61 €
Levadura Mangrove Jack M42	2,60 €	ud	2,00	5,21 €
Agua de Proceso	0,02 €	L	66,00	1,32 €
Café de Especialidad	38,84 €	kg	0,48	18,64 €
Nibs de Cacao	37,19 €	kg	0,16	5,95 €
Haba Tonka	123,88 €	kg	0,04	4,96 €
Chips de Roble	12,64 €	kg	0,40	5,06 €
<b>Total</b>				<b>127,17 €</b>

*Tabla 10. Desglose coste materias primas de elaboración.*

Seguidamente, se calculó el coste de los materiales de envasado y de los suministros:

<b>Material de Envasado</b>	Coste Ud.	Ud.	Cant	C. Total
-----------------------------	-----------	-----	------	----------

Botella Vidrio 33 cl.	0,26 €	ud	75,00	19,50 €
Chapa Corona 26 mm	0,02 €	ud	75,00	1,50 €
Etiqueta Autoadhesiva Vinilo	0,70 €	ud	75,00	52,50 €
<b>Total</b>	<b>73,50 €</b>			

**Tabla 11. Desglose coste materiales de envasado.**

Energía y Auxiliar	Coste Unitario	Unidad	Cantidad	Coste Total
Electricidad	0,16 €	Kwh	49,50	7,92 €
Agua de Red	0,02 €	litro	297,00	5,94 €
<b>Total</b>	<b>13,86 €</b>			

**Tabla 12. Desglose coste suministros.**

Y finalmente se determinó el coste productivo unitario por producto terminado:

Concepto	Importe	Parámetro	Unidad	
Materias Primas	127,17 €	Volumen Envasado	24,75	L
Envasado	73,50 €	Coste Productivo	<b>8,67 €</b>	<b>€/L</b>
Suministros	13,86 €	Unidades Envasadas	75	bot
<b>Total</b>	<b>214,53 €</b>	Coste Unitario	<b>2,86 €</b>	<b>€/bot</b>

**Tabla 13. Coste productivo por unidad**

Cabe destacar que el cálculo realizado no incluye aditivos (ácido fosfórico, cloruro cálcico...) por la pequeña cantidad utilizada. Tampoco se incluye en la estimación de costes la mano de obra, que resultaría en un concepto muy importante de cara a una producción a gran escala del producto.

El primer análisis de los resultados obtenidos en el cálculo del coste productivo refleja la intensa economía de escala detrás de la producción de cerveza.

La elaboración de un lote tan pequeño provoca que el coste de las materias primas sea elevado, aún más si se considera que muchas de ellas son productos de alto precio

(café de especialidad, haba tonka, maltas "premium" ...).

Adicionalmente, al tratarse de un proyecto no comercial, sino con fines educativos, el propio proceso de elaboración está enfocado al aprendizaje y a la realización de multitud de análisis y controles, lo cual conlleva una eficiencia muy reducida a todos los niveles, desde el consumo de suministros al porcentaje de mermas en el proceso.

Por otra parte, es importante considerar que el producto objetivo se enfoca a una receta disruptiva, busca confundir y hacer pensar al consumidor y por ello se puede considerar un producto premium. Su diseño y creación no busca emplear las materias primas más baratas posibles, sino aquellas que consigan aportar las características organolépticas que se desea otorgar al producto final.

Además, se evita en todo momento el empleo de extractos o aromatizantes que pudieran hacer la misma función que los productos naturales empleados a un menor coste. Al tratarse de un proyecto con un trasfondo educativo, se evitó también el empleo de enzimas exógenas que hubieran podido ayudar a obtener un mayor rendimiento en el proceso productivo.

A este respecto, también es interesante indicar la relación directa entre el contenido alcohólico de una cerveza y su coste de producción. Un mayor contenido alcohólico implica partir de un Extracto Seco Primitivo (ESP) elevado, lo cual afecta de forma muy directa al rendimiento del proceso de extracción de azúcares, al suponer una menor capacidad de lavado del bagazo y obligar a trabajar con ratios de empaste bajos para lograr elevadas concentraciones de azúcar.

Este tipo de operación implica, a su vez, trabajar al límite de la capacidad técnica de la instalación.

## ANALISIS DAFO

El análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) es una herramienta que va a permitir analizar el estado y las posibilidades del proyecto en cuestión. Este análisis se divide en dos partes: análisis interno y análisis externo.

El análisis interno engloba el estudio de las debilidades y las fortalezas. Estas características son propias del proyecto, es decir, no dependen del estado del mercado ni de los competidores.

El análisis externo engloba el estudio de las amenazas y las oportunidades. Estas características las impone el mercado, pero es importante tenerlas en cuenta en el proyecto, ya que las oportunidades deben ser aprovechadas para conseguir ventajas competitivas; y las amenazas promueven la atención a posibles cambios en el mercado.

**Debilidades:** Las principales debilidades que tendrá el producto al principio son las consecuencias de ser nuevo en el mercado. Al no tener experiencia en el sector, y a pesar de los diferentes estudios que se hayan podido realizar, el desconocimiento de las necesidades y preferencia de los consumidores será mayor que el que puedan tener los rivales que ya estén asentados en el mercado. Esta falta de experiencia llevará a los consumidores a ser más reticentes a escoger la nueva cerveza.

**Amenazas:** Las principales amenazas a considerar son los productos sustitutivos, el número de competidores, las escasas barreras de entrada que hay en el mercado; lo que puede propiciar un mayor número de competidores y el factor experiencia de los mismos.

En el mercado cervecero, la fidelidad del cliente es difícil de ganar, ya que para un consumo habitual la mayor parte de la

población suele preferir una cerveza tradicional, sobre todo por precio. Se trata de un sector en el que hay muchos cambios en las variedades de cerveza, y muchas marcas distintas que luchan por hacerse un hueco, por lo que es una amenaza que el consumidor pruebe otra cerveza y que así puedan cambiar las preferencias de este.

**Fortalezas:** fundamentalmente las fortalezas que tiene la cerveza son la calidad final de la misma, gracias al buen hacer y la selección de las mejores materias primas, el revuelo en el público craft que producirá, siempre a la espera de novedades, lo que incitará a su consumo, y la gran actividad en redes sociales que se planteará para el lanzamiento de la cerveza en el mercado. Una buena utilización de redes sociales puede ser una gran fortaleza ya que se adaptaría a la forma de comunicación que más se está extendiendo en la actualidad, atrayendo también a personas jóvenes.

**Oportunidades:** entre las principales oportunidades para esta cerveza en el mercado, es la actual tendencia de consumo hacia productos artesanales, y más concretamente el crecimiento de éste en lo referente a cervecería artesanal y el consumidor cada vez más abierto a experimentar, que agradece una nueva experiencia gastronómica.

## MARKETING Y PRODUCTO FINAL

El diseño de la etiqueta constituye la presentación de la cerveza y su seña de identidad como producto. El diseño se basa en el contraste entre el blanco y el negro, resaltando el nombre de la cerveza.



**Ilustración 9. Etiqueta de la cerveza.**

En cuanto a la elección del nombre, se decidió que este fuera “Truth Illusion” haciendo referencia a un concepto psicoanalítico, “La ilusión de la verdad”. Este es un mecanismo por el cual se llega a creer que algo es cierto sin serlo y sucede cuando hay un fallo en el procesamiento de la realidad. En base a esto, se tiene la tendencia a calificar como verdadero aquello que es más familiar. De este modo, todo lo que alude a algo que ya se conoce parece más cierto. Este efecto psicológico inspiró el nombre de la cerveza ya que por ella misma es un juego de realidades.

Adicionalmente, en el etiquetado se muestra la siguiente información obligatoria:

**Denominación del producto:** Cerveza artesanal, puesto que la cerveza elaborada se acoge a la definición de fabricación artesanal presente en el reglamento.

**Cantidad neta:** 33 cl.

**Fecha de consumo preferente:** no superior a 5 meses, se considera que el producto debe consumirse lo más fresco posible debido a las características especiales del mismo.

**Grado alcohólico volumétrico:** debido a ser superior al 1,2% debe especificarse, siendo en este caso de un 9,5% en v/v.

**Razón social y lugar de procedencia:** producida y elaborada por la Fundación Benéfico Docente – Escuela Superior de Cerveza y Malta. en Av. De las Américas, 4, nave, 28823 CE, Coslada (Madrid).

**Ingredientes:** Agua, malta de cebada, avena, lúpulo, café, cacao, haba tonka y levadura.

**Alérgenos:** como se decide incluir la lista de ingredientes, se opta por destacar el alérgeno en negrita. Estos son la malta de cebada y la avena, por su contenido en gluten.

**Simbología:** se indica la prohibición del consumo para menores de 18 años, la obligatoriedad de reciclar el envase, la no recomendación para embarazadas y el grado de amargor de la cerveza.

En cuanto al marketing, se pretenden estudiar diferentes aspectos de Marketing del producto utilizando el Marketing Mix, el cual, se define como un análisis de estrategia de aspectos internos y desarrollada comúnmente por las empresas. Engloba cuatro variables o elementos: producto, precio, distribución y promoción.

**Precio:** en esta variable se establece la información sobre el precio del producto ofrecido en el mercado. Este elemento es muy competitivo en el mercado, dado que tiene un poder esencial sobre el consumidor, además de ser la única variable que genera ingresos. Es importante tener en cuenta el valor psicológico que el producto ofrece a la hora de establecer el precio de venta. Las estrategias de liderazgo en costes o de diferenciación, justifican el precio y atienden a la búsqueda de volumen de ventas o margen de beneficio. Para la White Stout hay que situarse en una estrategia de diferenciación ofreciendo un producto de valor añadido y prácticamente inexistente en el mercado, con lo que el precio estaría situado en los rangos de un producto Premium.

**Producto:** es el medio por el cual se satisfacen las necesidades de los

consumidores. Por tanto, el producto debe centrarse en resolver dichas necesidades y no en sus características. Dentro del producto encontramos aspectos tan importantes a trabajar como la imagen, la marca, el packaging o los servicios posventa. Para la cerveza White Stout, la propuesta de valor se basa en ser un producto rompedor e innovador, de la más alta calidad y que se concreta en una experiencia diferente. Por otro lado, se trabajará concienzudamente la imagen y el packaging, se consideran aspectos fundamentales que influyen totalmente en la decisión de compra del consumidor y más en el sector de la cerveza artesana.

**Distribución:** en esta variable se analizan los canales que atraviesa un producto desde que se crea hasta que llega a las manos del consumidor. Además, puede hablar también del almacenaje, los puntos de venta, la relación con los intermediarios, el poder de estos, etc. Para el caso de esta cerveza los canales de venta serán el canal HORECA y las tiendas especializadas en cerveza artesana. Se entiende que por las propias características del producto la distribución en grandes superficies no sería factible.

**Promoción:** la promoción del producto analiza todos los esfuerzos que se realizan para dar a conocer el producto y aumentar sus ventas en el público. Se tratan aspectos tan importantes como la publicidad, las relaciones públicas, la localización del producto, etc. En este sentido, se tratará de promocionar la cerveza a través de redes sociales, ya que se entiende como un medio muy potente hoy en día en el que no sería necesaria una inversión importante. También a través de páginas webs como pueden ser las de tiendas especializadas en cerveza.

Finalmente, la presentación del producto acabado.



*Ilustración 10. Presentación del producto final.*

## CONCLUSIONES

Se ha conseguido el objetivo principal del proyecto, el cual se corresponde con la elaboración de una cerveza estilo White Stout mediante la utilización de materias primas aromatizantes naturales y en ausencia de maltas oscuras. Esto ha podido proporcionar un bajo color y un sorprendente flavor, similar al de una cerveza de estilo Imperial Stout. Se cree que, a la hora de catar el producto, a excepción de la fase visual, podría llegar a pensarse en este último estilo, por ello se considera interesante la realización de catas a ciegas para su consumo.

La utilización de haba tonka en el proyecto ha supuesto todo un descubrimiento. Se ha observado que tiene un poder aromatizante mucho mayor que las demás materias primas utilizadas y que dota de una personalidad realmente característica a la cerveza. No se han encontrado cervezas de este estilo en concreto que utilicen esta semilla aromatizante, y en comparación con

las pocas cervezas que se han podido catar, el resultado se optimiza para su empleo en la White Stout.

El tiempo de filtrado tan largo se ha debido principalmente a la gran cantidad de  $\beta$ -glucanos y al bajo ratio de empaste, que aumentaron la viscosidad del empaste y dificultaron la filtración del mosto, una concentración de  $\beta$ -glucanos mayor a 200 mg/L ya se considera demasiado alta y los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio mostraron concentraciones de 620 mg/L. Por lo que se concluye que el proceso de elaboración de esta receta se vería mejorado con el empleo de enzimas exógenas  $\beta$ -glucanasas, con el fin de degradar estos polisacáridos y no tener que modificar la curva de maceración. La  $\beta$ -glucanasa nativa de la cebada es sensible a la temperatura y puede desnaturalizarse totalmente a 65°C. Para fomentar su acción se necesita un rango de temperatura de entre 36 y 45 °C lo que modificaría por completo el perfil de la maceración y los consiguientes resultados organolépticos perseguidos para esta cerveza. Por otro lado, esta alta concentración en  $\beta$ -glucanos se atribuye al empleo en cantidades significativas de copos de avena en la receta.

Se han visto superadas las incidencias en los procesos de aromatización en guarda dado el resultado final de la cerveza a nivel sensorial.

Con respecto a la utilización del Hop Rocket para la aromatización de la cerveza a partir de materias primas de estas características y con tan poca humedad, no se recomienda su uso puesto que no se consigue una extracción aromática óptima.

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Máster y la elaboración de la cerveza que lo sustenta ha supuesto un gran reto personal

para todos y cada uno de los miembros del equipo.

Ha permitido la puesta en práctica de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el Máster y además, ha supuesto la materialización de nuestra pasión por la cerveza en la creación de una receta y un producto al que podemos llamar “nuestro” y nos llena de orgullo y satisfacción.

Por ello, queremos agradecer a quien ha hecho posible este proyecto y este desarrollo personal:

En primer lugar, a todos los profesores y colaboradores de la Escuela Superior de Cerveza y Malta, así como a la Universidad de Alcalá, por transmitirnos sus conocimientos y compartir su experiencia con nosotros. Mención especial a Ana García Martí por su especial labor como coordinadora del Máster y a M.<sup>a</sup> Felisa Bartolomé Ocete por su labor como Presidenta de la Fundación Benéfico Docente de la ESCYM.

En segundo lugar, a todas las Empresas de Sector Cervecerero y afines que nos han abierto sus puertas y compartido con nosotros su saber hacer y sus conocimientos, mención especial a los profesionales de estas Empresas que ha compartido con nosotros su experiencia profesional.

En tercer lugar, y de manera muy especial, al personal de la planta piloto de la ESCYM, Esther, por su invaluable ayuda a la hora de elaborar nuestra cerveza y sus consejos y recomendaciones; y Lola, por su atención y disponibilidad en cualquier cuestión surgida durante el Máster.

También queremos agradecer a Eduardo Riaza, compañero de Máster de hace unos años, la generosidad con nosotros al prestarnos su Hop Rocket para nuestros ensayos.

Destacar también a nuestros compañeros de Máster, amigos con quienes hemos compartido mucho en esta formación y de quienes guardamos grandes recuerdos y vivencias.

¡Muchas gracias!

Por último, a nuestras familias y parejas, por el apoyo, paciencia, comprensión e interés durante esta aventura.