

# ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA IPA 0,0 TOSTADA MEDIANTE UNA FERMENTACIÓN INTERRUMPIDA CON SACCHAROMYCES CEREVISIAE CHEVALIERI

FERREIRA, CLAUDIO; GIMÉNEZ, NICOLÁS; MATILLA, ALEJANDRO; PASCUAL, PABLO

Alumnos de la 57ª promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera impartido por la Universidad de Alcalá y la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM).

Este proyecto forma parte del Trabajo Fin de Máster tutorizado por la profesora de Teoría de las Transformaciones Cerveceras, Dª Ana García Marti y por la profesora de Tecnología Cervecera, Dª Mª Felisa Bartolomé Ocete.

## RESUMEN

Aunque la cerveza es la bebida alcohólica de mayor consumo en el mundo, estamos siendo protagonistas de lo que será un cambio en el paradigma actual de consumo.

Con un mayor interés en la salud, la preocupación por el peso y considerando las advertencias sobre el abuso del alcohol, especialmente al conducir, la preferencia del consumidor por las cervezas bajas en alcohol y sin alcohol está aumentando. A raíz de esto, en los últimos 30 años se ha producido un gran avance en la investigación académica e industrial y cada año surgen nuevos productos sin alcohol al mercado.

El presente trabajo se basa en el diseño y elaboración de una Cerveza IPA 0,0 TOSTADA mediante una fermentación interrumpida utilizando una levadura maltosa negativa denominada SACCHAROMYCES CEREVISIAE CHEVALIERI. Se detallan las experiencias previas, el diseño del producto y las condiciones de las pruebas de elaboración hasta conseguir el producto final.

El producto obtenido mediante la fermentación interrumpida y posterior dilución estuvo muy próximo a ser una cerveza que legalmente pueda llamarse una 0,0. Sin embargo, las características de IPA y TOSTADA fueron conseguidas con creces. De acuerdo con

el análisis sensorial realizado, no se percibe el característico sabor y aroma a mosto, propio de los aldehídos presentes, que provoca en los consumidores rechazo por dichas bebidas sin alcohol.

Tras el análisis de los inconvenientes ocurridos y que provocaron el cumplimiento parcial de los objetivos, se proponen una serie de ensayos, modificaciones de proceso, entre otras recomendaciones para conseguir una IPA TOSTADA 0,0 a futuro.

**Palabras claves:** Saccharomyces Cerevisiae Chevalieri, cerveza 0,0; IPA 0,0 TOSTADA, fermentación interrumpida, levadura maltosa negativa.

## ABSTRACT

Although beer is the most consumed alcoholic beverage in the world, we are witnessing what will be a change in the current paradigm of consumption.

With greater interest in health and concern about weight and considering the warnings about alcohol abuse, especially when driving, consumer preference for low-alcohol and alcohol-free beer is increasing. As a result, in the last 30 years there has been a great advance in academic and industrial research and every year new non-alcoholic products appear on the market.

The present work is based on the design and brewing of a 0,0 TOASTED IPA Beer through an interrupted fermentation using a negative maltose yeast called SACCHAROMYCES CEREVISIAE CHEVALIERI. Previous experiences, the design conditions of the product and brewing tests parameters are detailed in this paper.

The product obtained by interrupted fermentation and subsequent dilution was very close to a beer that can legally be called a 0,0. However, the IPA and TOASTED characteristics were more than achieved. According to the sensory analysis carried out, the wort-like flavor and aroma, caused by the aldehydes presents in the wort, responsible for rejection of these non-alcoholic beers by consumers, are not perceived.

After analyzing the inconveniences that caused the partial fulfillment of the objectives, a series of tests, process modifications among other recommendations, are proposed to achieve a TOASTED IPA 0,0 in the future.

**Keywords:** Saccharomyces Cerevisiae Chevalieri, non-alcoholic beer; 0,0 TOASTED IPA, interrupted fermentation, negative maltose yeast

## ¿POR QUÉ UNA CERVEZA SIN?

Las estadísticas están demostrando que en España la cerveza se consume con responsabilidad, por su sabor y propiedades y no buscando sólo el contenido alcohólico. Es por esto por lo que el consumo creciente de cervezas 0,0 está aportando significativamente a las ventas del sector cervecero español, siendo, además, el <sup>1</sup>primer país productor y consumidor en la Unión Europea. Ésta es una de las razones que ha propiciado que este trabajo se centre en la innovación de un nuevo método para la elaboración de cervezas 0,0 con características organolépticas deseadas por los consumidores. Se sustenta en que existe un nicho importante de mercado para este tipo de producto. <sup>1</sup>Actualmente el 16,6% de la cerveza consumida en España es cerveza sin alcohol.

La primera toma de contacto con los diferentes métodos de elaboración consistió en realizar un análisis del estado del arte de las diferentes alternativas para producir este tipo de cervezas. Principalmente las alternativas son: (1) supresión del alcohol durante la fase de fermentación, (2) extracción del alcohol en cervezas terminadas y (3) utilización de levaduras caracterizadas por generar poco alcohol en el proceso fermentativo. Por motivos de disponibilidad de equipamiento y esencialmente por el carácter innovador, se apostó por realizar una fermentación interrumpida con una levadura Saccharomyces maltosa negativa.

## OBJETIVOS Y DESAFÍOS

Antes de comenzar a elaborar el proyecto, se propusieron los distintos objetivos generales con sus consecuentes desafíos:

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

- Diseñar y elaborar una cerveza IPA 0,0 TOSTADA mediante el proceso cold contact, utilizando una levadura comercial maltosa negativa (*Saccharomyces chevallieri*).
- Diseñar el packaging del producto, su etiqueta y una experiencia de consumo adecuando la vajilla de consumo y proponiendo opciones de maridajes.
- Adecuar el proceso de elaboración de dicha cerveza a las instalaciones de la planta piloto de I+D+i que la AECTM pone al servicio de la ESCYM para la elaboración de los TFM.

Con ello, se esperaba aplicar los conocimientos adquiridos en el máster, aplicando la teoría mediante la práctica.

Por otra parte, se buscaba comprender la complejidad que tiene la elaboración de una cerveza SIN 0,0 abarcando desde el diseño de la receta hasta el envasado del producto final, pasando por cada uno de los pasos intermedios.

En cuanto al producto, se busca elaborar una cerveza de calidad, estable en el tiempo, que satisfaga las necesidades del cliente en cuanto al consumo saludable y responsable de alcohol y que se diferencie de las cervezas libres de alcohol existentes por su agradable y balanceado sabor.

## MATERIAS PRIMAS

Para la elaboración de nuestro producto se debe tener en cuenta que todos los ingredientes que se añadan aportarán unas cualidades al mosto que se transmitirán a la cerveza final, ya que se trata de un mosto levemente fermentado, con una fermentación mínima.

En cuanto a las materias primas, se utilizaron para la elaboración 3 tipos diferentes de maltas, sin empleo de adjuntos:

- Malta Múnich: Esta malta ha sido la principal en la receta, con un 65% de proporción del total de la malta utilizada.
- Malta Cara Gold: Esta malta ha sido utilizada en una proporción del 20% del total. Nos interesaba por el color dorado que aporta. Además, facilita la aparición de una buena cantidad de azúcares no fermentables.
- Malta Biscuit: Esta malta ha sido utilizada en una proporción del 15% del total. Nos interesaba por la sequedad que producía.
- Extracto de malta: se usó en producto final para ajustar el color.

Para la elaboración de nuestra cerveza se usaron dos variedades de **lúpulo** diferentes en pellets y se dosificaron en momentos distintos. También se usó extracto de lúpulo en producto final, que le otorga un aroma herbal muy fino:

- Herkules Pellet: Es un lúpulo muy amargo, con un contenido en alfa ácidos de 15,6% según indica el proveedor. Es un lúpulo de alto rendimiento, excelente calidad para la elaboración combinada y muy buena estabilidad de almacenamiento. Puede ofrecer flavor a naranja, melón dulce, citronela y menta. Fue añadido al comienzo de la ebullición.
- Mandarina Pellet: el aroma aportado tiene reminiscencias afrutadas, que revelan un carácter a mandarina y sutilmente dulce y cítrico. El amargo que imparte a la cerveza es también de alta calidad. Es ideal para cervezas muy

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

lupuladas como nuestra IPA. En nuestro caso se usa a final de ebullición para no perder las características aromáticas que otorga.

- Extracto de lúpulo: El extracto de lúpulo utilizado fue el IPA-MIX-K1-SS de CBS brew. Se usó este extracto ya que no nos genera amargor, pero si un toque aromático bastante cítrico.

La **levadura** utilizada para la elaboración de nuestra cerveza es una levadura de Fermentis. Se trata de la SafAle LA-01 es una *Saccharomyces cerevisiae* variedad chevalieri que ha sido específicamente seleccionada para la producción de bebidas bajas y/o no alcohólicas (<0,5 % v/v). Esta levadura no asimila maltosa ni maltotriosa, ~~sino que~~ sólo asimila azúcares simples y se caracteriza por un sutil perfil de aroma.

El **agua** que se usa para la elaboración de nuestra cerveza es agua de red y que se conserva en un tanque a 80°C, por lo que se puede considerar que está libre de microorganismos contaminantes. A esta temperatura también se eliminarán los compuestos volátiles que podrían afectar organolépticamente a nuestra cerveza, como puede ser el Cloro.

Además, se empleó agua carbonatada para la realización del blending del fermentador y así poder bajar el extracto de 12,0°P a 7,5°P. La adición del agua fue directamente en el fermentador, posteriormente se burbujeó con CO<sub>2</sub> por debajo para mezclar bien los líquidos, a la vez que eliminar el oxígeno y carbonatar levemente nuestra cerveza.

## ESTUDIOS PREVIOS

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

Para la elaboración de la cerveza se realizaron una serie de pruebas y estudio previos para poder seleccionar la mejor combinación de materias primas, definir la receta de maceración, la curva de fermentación y los parámetros del producto final, entre otros.

### Selección de maltas

Inicialmente se procedió a realizar cinco baños congresos con combinaciones diferentes de cinco maltas: Malta Pilsen, Malta Múnich, Malta Cara Gold, Malta Cara Red, y Malta Biscuit. El objetivo de dicha experiencia fue encontrar la mejor combinación de maltas que aportaran al mosto el color ámbar/tostado buscado y un perfil de flavor levemente tostado:

- Vaso 1: 60% Pilsen + 20% Cara Gold + 20% Biscuit
- Vaso 2: 60% Pilsen + 20% Cara Gold + 20% Cara Red
- Vaso 3: 40% Pilsen + 40% Múnich + 20% Cara Gold
- Vaso 4: 65% Múnich + 20% Cara Gold + 15% Biscuit
- Vaso 5: 60% Múnich + 25% Cara Red + 15% Biscuit



**Ilustración 1: mostos congreso**

En una placa de calentamiento se procedió a realizar la ebullición por 60 minutos. Luego se realizó la medición de color del mosto ya

hervido para elegir la combinación de maltas más acordes al perfil de color buscado.

El resultado obtenido de esta prueba fue que la número 4 era la que más se asemejaba al color buscado. Dicha muestra, cumplía con los requisitos de color para una tostada y es la que tenía menor sabor dulce y a mosto.

### Determinación de temperatura y perfil de fermentación

Como segunda prueba a escala de laboratorio, se llevaron a cabo tres fermentaciones con dos levaduras comerciales diferentes y dos condiciones de temperaturas diferentes. Las levaduras seleccionadas para las pruebas fueron SafBrew™ LA-01 (*Saccharomyces cerevisiae* variante chevalieri) y LALBREW VERDANT IPA™ – ALE YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*).

El objetivo de esta prueba fue determinar el perfil de fermentación de cada levadura a diferentes temperaturas para poder definir las horas máximas de fermentación posibles, sin superar el valor de alcohol de 0,045% v/v. A su vez, se buscó verificar sensorialmente los atributos aromáticos y de flavor que cada levadura aportaba.

Las pruebas propuestas para determinar el perfil de fermentación fueron las siguientes:

Prueba 1: Mosto + LALBREW VERDANT IPA™ – ALE YEAST a 4°C.

Prueba 2: Mosto + SafBrew™ LA-01 a 4 °C.

Prueba 3: Mosto + SafBrew™ LA-01 a 15 °C.

Con dichas combinaciones de levaduras y temperaturas se buscó determinar, por un lado, si la fermentación a baja temperatura (cold contact) para ambos tipos de levaduras provoca un comienzo lento y controlado de la

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

fermentación que permita ralentizar el proceso y controlar la generación de alcohol, pero a la vez modifica la matriz de componentes de la cerveza eliminando compuestos volátiles y/o aromáticos característicos del mosto. Por el otro, estudiar cómo afecta la variación de la temperatura en el perfil de fermentación de una misma cepa (en este caso SafBrew™ LA-01).

Tras haber conseguido los perfiles de fermentación, se procedió a realizar una degustación de las muestras, encontrando que aquellas con la levadura SafBrew™ LA-01 tenían un carácter más atenuado a mosto, con algunos aromas afrutados, un picor menos intenso del lúpulo en garganta y menor dulzor en boca. Debido a ello, se procedió a elegir el esquema de la prueba 2 (SafBrew™ LA-01 4°C) como el adecuado para llevar a cabo la fermentación ya en la planta piloto, debido a un mejor control de fermentación, intentando controlar la producción de alcohol.

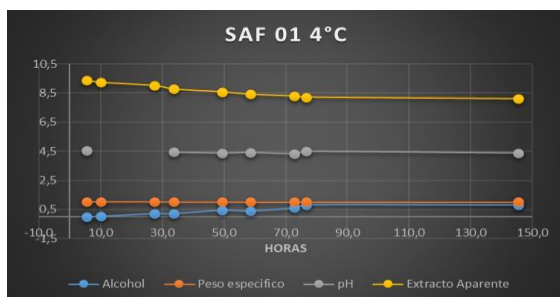


Ilustración 2: perfil fermentativo SafBrew™ LA-01 a 4°C

## Extracto de lúpulo

Por último, y como tercera prueba que nos permitió seleccionar las materias primas, se realizó un análisis sensorial de tres tipos de extractos aromáticos en cervezas 0,0 comerciales. El objetivo del uso de estos tipos de extractos es poder reemplazar el proceso de Dry Hopping que para el caso de una cerveza 0,0 y teniendo en cuenta las instalaciones donde se elabora, era arriesgado a nivel microbiológico. De esta manera, y con el uso de dichos extractos, se podría otorgar un perfil aromático fresco y herbal típico del Dry Hopping en una IPA, protegiendo mejor a la cerveza de una contaminación microbiológica.

Para la ejecución de la prueba, se procedió a añadir distintas concentraciones de tres extractos proporcionados por la empresa CBS Customized Brewing Solutions (IPA-MIX-C, IPA-MIX-YB-2 e IPA-MIX-K1-SS) en una cerveza comercial tipo lager 0,0. De esta manera, entre los cuatro integrantes del proyecto se realizó la degustación y se escogió unánimemente el extracto que más se ajustaba al perfil de cerveza buscado. El extracto más adecuado al perfil buscado, por sus notas cítricas y leve herbal, fue el IPA-MIX-K1-SS.

## FABRICACIÓN

La elaboración del proyecto de esta cerveza se llevó a cabo en las instalaciones de la planta piloto de I+D+i de la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta (AETCM). La planta piloto, de la empresa LANDALUCE, tiene

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

una capacidad de 0.5 hl de mosto por cocimiento.

Debido a la corta duración de nuestro proceso, se realizaron dos elaboraciones, buscando corregir dificultades ocurridas durante la primera elaboración. A continuación, se detalla la elaboración final.

## Molienda

Se procedió al pesaje y molienda de 7,8 kg de malta Múnich, 2,4 kg de malta Cara Gold y 1,8 kg de malta Biscuit. El molino utilizado fue un molino de martillos con un tamiz de 1 mm, debido a que la tecnología de filtración a utilizar fue un filtro prensa.

## Premaceración y maceración

El empaste se realizó en 47 L de agua a 72°C y un pH de 7,8. El objetivo de esta temperatura de empaste fue alcanzar rápidamente la temperatura de 72°C tras mezclar la malta para poder hacer la curva isotérmica a dicha temperatura, favoreciendo así la actuación de las alfa amilasas y la sacarificación, sin producir demasiada cantidad de maltosas.

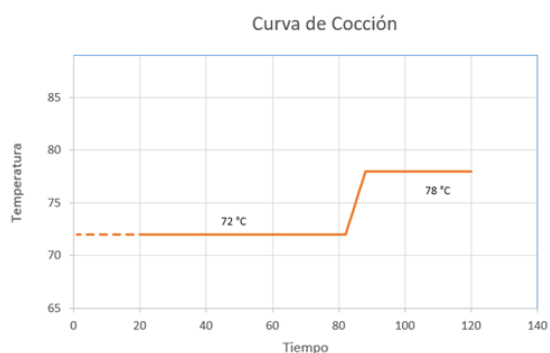


Ilustración 3: curva de maceración

El empaste duró aproximadamente 20 minutos y la velocidad de agitación durante la maceración fue de 45 rpm. El pH de la mezcla fue de 5,3 y se añadió cloruro de calcio por su efecto regulador del pH, estabilizador de enzimas y para lograr los valores de calcio

óptimos en el mosto frío, necesarios para mejorar la floculación de la levadura y la clarificación de la cerveza.

Para la maceración se utilizaron dos adiciones de enzimas comerciales, un pull con betaglucanasa, celulasas y xilanasas (Ultraflow® Prime) y una amilasa (Termamyl® SC 4X). Esto se debió a que en una primera prueba se tuvieron problemas de filtrabilidad y sacarificación.

## Filtración y dilución del mosto

Previo al trasiego se realizó el atemperamiento del filtro con agua a 85°C para evitar un enfriamiento de la mezcla, un aumento en la viscosidad y problemas durante la filtración. La capacidad del filtro es de 12Kg de malta equivalente.

Se controló siempre que la presión de ingreso al filtro no superara los 0,3 bar, para prevenir la colmatación del equipo y garantizar la correcta filtración.

## Ebullición y Whirlpool

Previo el hervido del mosto, se transfirieron 70 litros desde el tanque de espera hacia el hervidor. La temperatura de transferencia fue de 72°C, por lo que el mosto fue calentado hasta los 98,5°C para comenzar a ebullicir. Al comienzo de este paso, se realizó la adición del lúpulo Herkules. El pH durante la ebullición fue de 5,19 y no se corrigió con ácido.

Se procedió a ebullicir vigorosamente sin cubrir la olla, con el fin de purgar los volátiles indeseables presentes en el mosto. Luego de transcurridos los primero 30 minutos se procedió a bajar la temperatura de 98°C a 97°C y colocar la tapa del hervidor para controlar la evaporación y provocar un menor daño térmico al mosto. Con ello, se obtuvo una tasa de evaporación del 6%.

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

Una vez transcurridos los 60 minutos del hervido, se procedió a realizar un ajuste final de pH. Esto se debe a que como la fermentación de la cerveza se interrumpe antes de las 24 horas, no existe una suficiente generación de ácidos orgánicos y otros compuestos que ayuden a bajar el pH como es común en la mayoría de las cervezas con alcohol. Se agregaron 40 g de ácido fosfórico para conseguir un pH final de 4,33.

A continuación, se procedió a transferir el mosto al whirlpool. Se realizó a la dosificación del lúpulo aromático Mandarina Bavaria, en una proporción de 2 g/L de mosto. Durante el whirlpool no se dosificó  $ZnCl_2$  debido a que la fermentación sería interrumpida a las pocas horas y se busca el mínimo de actividad fermentativa posible.

### **Enfriamiento y fermentación**

El set point de enfriamiento fue de 6°C. Esto se debió a que se busca un arranque más acelerado del inicio de fermentación, que fue el mayor inconveniente en la primera elaboración, el cual fue a 3°C. El intercambiador usado es de doble etapa (agua-glicol). No se realizó aireación de mosto.

Se inocularon 0,5 g/L de levadura, dosis recomendada por el proveedor. La fermentación fue llevada a cabo entre 5,5 °C y 6 °C, rango entre los que oscilaba el controlador de frío.

El objetivo era parar la fermentación cuando el alcohol alcanzase los 0,04% v/v. Se propuso realizar un análisis de reducción de extracto y producción del alcohol cada 4 horas, con los equipos de la planta. Pero estos no disponían de la precisión suficiente para la medida del

alcohol; así que a las 16 horas se llevó a analizar una muestra al laboratorio de Cromatografía de gases de Mahou San Miguel en Alovera, para determinar el alcohol por GC. La muestra analizada en Mahou, presentó un contenido de alcohol de 0,056 %v/v con lo cual se procedió a enfriar el tanque a 0°C de inmediato.

Al cabo de aproximadamente 3 horas, el fermentador se encontraba a 2°C, y en dicho momento se decidió realizar nuevamente una purga para eliminar restos de sólidos que podrían haber sedimentado. Luego, se realizó una agitación con  $CO_2$  para favorecer las corrientes de convección dentro del tanque y favorecer el enfriamiento.

Habiendo ya conseguido una disminución de temperatura a 1°C, se procedió a realizar la dilución y la adición de extractos y aromas para ya dejar la cerveza terminada y proceder a la filtración. Previamente, se carbonató el tanque por el cono, ayudando a mejorar los valores de  $CO_2$  disuelto.

### **Filtración y carbonatación**

La filtración se realizó mediante un filtro de placas de celulosa de 7µm. Transcurrió en 2 etapas, debido a que se tuvo que desarmar el filtro y cambiar las placas tras haberse colmatado. A su vez, se realizó una carbonatación en línea.

La cerveza brillante se llevó a un barril de 50L previamente esterilizado.

Luego de haber llegado a la capacidad máxima del BBT, se decidió parar la filtración, ajustar la contrapresión del barril a 2 bar y llevarlo a frío para proceder luego al envasado.

Tras 90 minutos de reposo en frío, con 3 etapas de homogenización, cada 30 minutos, para

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*



mejorar la disolución del CO<sub>2</sub>, se procedió al envasado.

### Envasado y cerveza final

Desde el BBT se realizó el envasado en botellas de 33 cl mediante una llenadora neumática con una única cánula. El cerrado de las botellas se realizó con una cerradora manual y tapón corona de 26 mm. Las botellas fueron previamente autoclavadas para garantizar la estabilidad microbiológica del producto.

Para el correcto envasado, se procedió a regular la presión del flushing con CO<sub>2</sub> en 0,9 bar y la contrapresión del barril en 1,3 bar. La diferencia de presión es la necesaria para que haya una correcta velocidad de llenado, sin producir en espumado excesivo.

Se envasaron 60 botellas. De estas, se procedió a pasteurizar 48, por disponibilidad de espacio en la olla, ya que este proceso se realizaba por inmersión de las botellas en el macerador. El proceso realizado buscó 62°C por 24 min para conseguir un valor de 40 UP aproximadamente. Transcurrido el tiempo de pasteurización, se procedió a vaciar el agua caliente y colocar rápidamente agua fría para bajar la temperatura de las botellas, y de esta manera, minimizar el estrés térmico de la cerveza.

La pasteurización es un factor clave en nuestro proceso, ya que las cervezas sin alcohol están más desprotegidas frente a una contaminación microbiológica que las cervezas con alcohol y pueden ser fácilmente atacadas por microorganismos. Además, se buscaba una completa inactivación del proceso fermentativo para no superar los niveles de alcohol por refermentación en botella.

### Análisis físico químico de cerveza terminada

Una vez se ha envasado y pasteurizado el producto, se realizaron los análisis fisicoquímicos siguientes:

Target Cerveza Terminada	1° Elaboración	2° Elaboración	
Alcohol (% v/v)	0,00-0,05	0,14	0,11
Extracto Original (% w/w)	6,5-7,5	6,752	7,560
Extracto Real (% w/w)	6,5-7,5	6,543	7,470
Extracto Aparente (% w/w)	6,5-7,5	6,492	7,450
pH	4,3-4,5	4,38	4,38
Color (EBC)	35-45	39,6	41,2
Amargos (IBU)	40-50	36	51,32
CO <sub>2</sub> (g/l)	4,8-5,2	4,1	4,4
Espuma (s)	>210	78	57
SO <sub>2</sub> (mg/l)	<10	1,4	1,48
Diacetilo (ppb)	<50	322	131
Pentanonodiona (ppb)	<50	48	29
Polifenoles (mg/L)	<100	139,6	139,6

Tabla 1: Análisis físico-químico de cerveza terminada

### Comentarios al respecto:

- Valor de etanol alto, fuera de especificación, debido a la demora en interrupción de la fermentación.
- CO<sub>2</sub> fuera de especificación, no hay generación de carbónico endógeno. Carbonatación no homogénea en filtro y espumado en el llenado.
- Espuma fuera de especificación, se cree que podrían existir partículas de naturaleza lipídica que estarían afectando negativamente a la estabilidad de la espuma. La procedencia de estas partículas a partir del extracto de lúpulo aún está por confirmar.
- Diacetilo fuera de rango en ambas elaboraciones. Sensorialmente no se percibe. Al interrumpir la fermentación, se detiene cuando está comenzando a crecer la concentración.
- Polifenoles altos, provienen de la la malta y el lúpulo. No se usó PVPP.

### Evaluación sensorial

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

La valoración organoléptica se llevó a cabo mediante un panel de cata formado por 10 personas entrenadas. Se entregó una cerveza por persona, las cuales han valoraron de 0 a 5 las distintas propiedades de sabor y aroma de nuestra cerveza final ajustada al producto buscado, una cerveza IPA 0,0.

Por lo tanto, el tipo de test realizado es una prueba objetiva, en concreto, analítica y descriptiva, que trata de describir las características cualitativas de este producto y medirlas dando datos cuantitativos, siendo necesarias 10 personas.

A partir de los promedios obtenidos de las valoraciones del panel de cata, se presentan los resultados de forma gráfica, para facilitar su comprensión.

Los parámetros relacionados con la sensación en boca se presentan en la siguiente gráfica. Destacan el cuerpo y el amargor, sobre el dulzor o acidez. A la vista de estos resultados se consiguió un producto que cumple con las principales especificaciones de una cerveza del estilo IPA.



Ilustración 4: Sensación en boca

El diagrama de araña obtenido se presenta a continuación.

## Etiquetado

Como parte del producto, el etiquetado también se rige por normas comunitarias y nacionales. Para el producto en cuestión se respetó la base legal expuesta a través del siguiente reglamento:

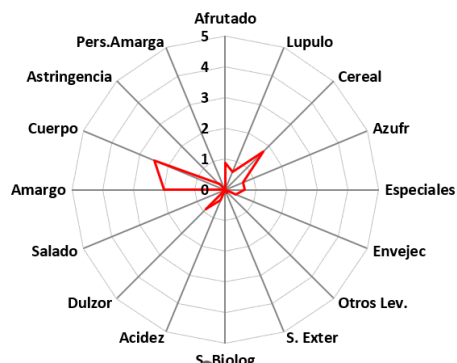


Ilustración 5: Diagrama de araña

El panel de cata nos indica que el atributo del cuerpo sobresale por encima, siendo un dato muy prometedor, ya que se buscó una cerveza con suficiente cuerpo, a pesar de la dilución con agua, lo que suponía un punto crítico.

El amargo y cereal son los siguientes atributos más destacados, correspondientes al estilo IPA 0,0 buscado. Se ha conseguido una correcta dosificación de lúpulos junto con una buena mezcla de maltas. A continuación, se destacan los toques afrutados y lúpulos, sobresaliendo un poco por encima del dulzor, también provenientes de la relación de lúpulos y maltas escogidos.

La valoración global del panel es de 5,7 sobre 10. Podemos concluir que es un producto que se encuentra en la media de las cervezas de bajo contenido alcohólico, siendo competitiva con el resto de cervezas que se hallan en el mercado actualmente.

Reglamento (UE) nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) nº 1924/2006 y (CE) nº 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) nº 608/2004 de la Comisión.

La etiqueta debe estar hecha de un solo elemento (no de dos caras), para primero intentar respetar el consumo sostenible y la preservación del medio ambiente, y en segundo lugar, evocar un estilo clásico revisitando botellas clásicas.

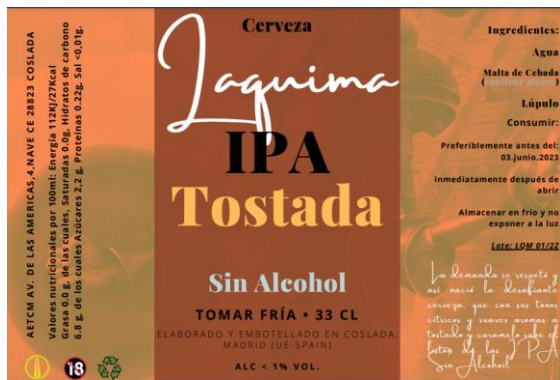


Ilustración 6: Etiqueta

El nombre "Laquima" se eligió en honor a tres corporaciones, Landaluce, Quilmes y Mahou, que creyeron en el talento de sus empleados y les permitió ampliar sus conocimientos en el sector cervecero, así como obtener el título/grado de "maestro cervecero".

Tanto la pequeña referencia escrita como la figura de fondo, "Don Quijote" en la gráfica de la etiqueta, pretenden enmarcar en la historia del producto la aventura de los cuatro protagonistas a través de los meses vividos en Alcalá de Henares, ciudad natal del escritor Miguel de Cervantes, responsable de la narrativa del personaje ficticio, y con eso conectar el consumidor a través de una historia real, rompiendo un poco la imagen industrial del producto "cerveza".

El espíritu guerrero y soñador de "Don Quijote" y su exigencia del bien, fue el factor motivador e inspirador del grupo de trabajo, para no desistir y repetir en la planta piloto las veces necesarias la receta de la cerveza, para tratar de llevar al final un producto que sobresale en calidad.

## Conclusiones

Se plantearon ciertos objetivos y desafíos que motivaron al equipo a llevar a cabo diferentes pruebas, análisis, verificación de hipótesis, selección de materias primas y adecuaciones de procesos, que culminaron en la elaboración de un producto alimenticio denominado cerveza de estilo "IPA TOSTADA SIN ALCOHOL".

Si bien el objetivo inicial del proyecto fue elaborar una cerveza que legalmente encuadrarse en la categoría de "Cerveza 0,0", no se pudo conseguir, quedando el producto dentro de la categoría de "Cerveza sin Alcohol".

Desde el punto de vista del diseño del producto, se consiguió satisfactoriamente realizar el diseño de la receta, calculando las cantidades de materias primas acordes a las instalaciones disponibles para elaborar y a los parámetros de producto final buscados. Sin embargo, otros parámetros no se pudieron conseguir y deberán ser foco de futuras investigaciones. Dentro de las oportunidades que se encontraron para mejorar la calidad del producto, existen algunas que tienen que ver con necesidades tecnológicas para la producción de cervezas 0,0.

Algunas de ellas son:

- Posibilidad de medir alcohol a bajas concentraciones mediante cromatografía de gases en el laboratorio

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*

-Posibilidad de producir agua desairada en la escuela y de medir CO<sub>2</sub> disuelto en los tanques de fermentación

-Posibilidad de remover auxiliares de filtración (silica gel, PVPP no regenerable) con un sistema de filtración distinto a placas de celulosa.

Teniendo en cuenta la elección de la levadura *S. chevallieri* y el proceso de cold contact elegidos para producir dicha cerveza, se considera que fueron acertadas. El proceso de fermentación se pudo controlar y a pesar de no haber cumplido con el objetivo completamente, se considera que se llegó muy cerca del resultad y que en futuras pruebas se podría conseguir.

En cuanto a la elección de las maltas y los lúpulos, se cree que fueron los adecuados. Desde el punto de vista sensorial y por los análisis de cata realizados, se cumplió el hecho de tener una cerveza sin el recuerdo dulce característico del mosto y con un marcado amargo y aroma a lúpulo propio del estilo IPA.

Por otra parte, si analizamos los requerimientos de proceso que tiene la elaboración de una cerveza 0,0 y las instalaciones existentes en la escuela, se puede concluir que la adecuación se llevó satisfactoriamente. Se consiguió sub-enfriar el mosto a la temperatura de siembra, se consiguió producir agua desaireada y lograr la dilución deseada, se consiguió realizar una aceptable carbonatación de la cerveza prefiltración, como procesos adicionales que requería la elaboración de esta cerveza.

A nivel aprendizaje, los continuos obstáculos que fueron surgiendo pudieron ser solucionados, y aquellos que no, pudieron ser analizados para proponer opciones de solución a futuro aplicando herramientas aprendidas a lo largo del máster.

Por último, pero no menos importante, para las personas que experimentaron su primer contacto con el mundo de la cerveza, la elaboración de una cerveza de tal complejidad, con las instalaciones de la escuela y aplicando en la práctica la teoría aprendida, la experiencia ha sido más que satisfactoria.

## Agradecimientos

“En primera instancia agradecer a todos los docentes y personas involucrados en la ejecución del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera, que con sus años de profesión y dedicación hicieron de estos 6 meses una experiencia inmejorable”.

“A las compañías Cervecería y Maltería Quilmes (ABInBev), Mahou San Miguel y Talleres Landaluce, por confiar y apostar por nuestro desarrollo profesional y personal continuamente.”

“A nuestras familias y amigos por el continuo apoyo y soporte, y en especial a Elena (Alejandro), María (Pablo) y Dano (Claudio) por acompañarnos a la distancia a lo largo del curso”.

“A João (Claudio) por todo su soporte”

“A mi sobrino Vittorio y a Benicio que todavía no lo he conocido, pero espero con muchas ansias conocerlo en mi regreso a Argentina”.  
(Nicolás)

<sup>1</sup> Fuente: *Cerveceros de España: Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España, 2020.*