

ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ESTILO ICE BEER DE ALTA GRADUACION ALCOHÓLICA POR CONGELACION PROGRESIVA EN EL TANQUE DE MADURACION

MARÍA OLIVIA GONZÁLEZ ACHUCARRO; FRANCISCO JAVIER MOLINA DELGADO; MIGUEL RODRÍGUEZ ECHEGOYEN; ISMAEL BALMASEDA GALÁN; JORGE LEÓN BELLO

Alumnos de la 55ª promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera impartido por la Universidad de Alcalá de Henares y la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM).

Este trabajo forma parte del trabajo fin del Máster tutorizado por la profesora de Teoría de las Transformaciones Cerveceras, Dª Ana García Marti.

RESUMEN

Las empresas cerveceras se enfrentan diariamente al reto de satisfacer una demanda cada vez más exigente de los consumidores, al tiempo que mantienen su competitividad en el sector. Para ello se hace necesaria la innovación continua que incluye aspectos tecnológicos del proceso de elaboración, aspectos asociados al estilo cervecero, así como aspectos asociados a la estrategia de marketing e imagen de marca a transmitir.

Estos campos de innovación han sido abordados en el presente proyecto que estudia la aplicación de técnica de congelación progresiva en el tanque de maduración durante la elaboración de cerveza, presentando una propuesta de estilo llamado NICE (New Ice Beer) que aporta un valor añadido al producto que puede ser aprovechado por las empresas para su introducción en el mercado bajo la marca ROMPEHIELOS.

El principal desafío y objetivo del proyecto ha sido obtener una cerveza de alta graduación utilizando la técnica de congelación progresiva empleada por las

cervezas tipo Ice o Eisbock, pero en este caso realizando la congelación en el propio tanque de maduración y empleando levadura ale que aporte equilibrio entre la carga alcohólica y el flavor de la cerveza.

Se ha optado por una levadura tipo ale buscando consistencia en aromas, alta tolerancia al alcohol y sabores complejos. Como resultado final se traduce en un correcto balance de sabor y aroma logrando una cerveza llamativa, de aroma a ésteres y a lúpulo en la que las maltas empleadas aportan un color claro y brillante y el alcohol otorga un toque licoroso deseado que sin ser persistente y logra una armonía entre deleite y frescura. Las catas realizadas indican el proceso de congelación progresiva ha sido satisfactorio tanto en el campo fisicoquímico, como en el sensorial, descubriendo un nuevo estilo con alto potencial.

El interés e innovación del proyecto radica en el análisis de las oportunidades que ofrece el método de congelación empleado dado que no es habitualmente usado en la industria cervecera. En este sentido, se han identificado los aspectos clave a optimizar con el objetivo de conseguir una cerveza

competitiva y con viabilidad técnica y económica, tanto a pequeña escala, como a escala industrial, identificando alternativas para mejorar la eficiencia del proceso y favorecer su adopción por parte de las empresas del sector. Asimismo, esta técnica se presenta como una opción para las empresas que buscan incorporar cervezas de alta graduación alcohólica, cuerpo y flavor que aporten equilibrio y bebestibilidad sin necesidad de periodos de guarda prolongados.

Los ensayos realizados abren una línea de investigación en el campo de la congelación progresiva de cerveza aportando conocimiento en el comportamiento de dos factores clave que influyen en el proceso como son la transferencia de temperatura y la influencia de la matriz y la densidad del producto en la formación de cristales de hielo.

ABSTRACT

Brewing Companies face nowadays the challenge of meeting an increasing consumer demand whilst at the same time they keep a competitive position in the sector. For this, continuous innovation is necessary, which includes technological aspects of the production process, aspects associated with beer style and other aspects associated with marketing strategy and brand image.

In this Project the innovation has been approached studying the application of the progressive freezing technique in the maturation tank during beer production. Presenting an own style called NICE (New Ice Beer), adds value to the product and can be used by companies to release it in the market under the brand name Rompehielos.

The main objective and challenge of this Project is to obtain a high alcohol beer using the progressive freezing technique already used by other Ice beers or Eisbock beers, but in this case freezing in the maturation tank and using ale yeast that provides a good balance between the high alcoholic and the flavor of the beer.

An ale yeast has been chosen, seeking aromatic consistency, high tolerance to alcohol and complex flavors. As a final result, it becomes into a correct balance of flavor and aroma achieving a strike beer, with an aroma of esters and hops in which their malts provide a clear and bright color and the alcohol gives a desired liquor touch. This personality creates a full aroma atmosphere and achieves harmony between delight and freshness. The tastings carried out indicating the progressive freezing process has been satisfactory made in the physicochemical and sensory fields, discovering a new style with high possibilities.

The interest and innovation of the project lies in the analysis of the opportunities offered by the freezing method because it is not commonly used in the brewing industry. In this sense, the key aspects to optimize have been identified in order to achieve a competitive beer with technical and economic viability both on a small scale or on an industrial scale, identifying alternatives to improve the efficiency of the process and flavor and their adoption by companies in the sector. Likewise, this technique is presented as an option for companies seeking to incorporate beers with a high body, flavor and alcohol content, that provide balance and drinkability without the need of long storage periods. The tests performed, open a line of research in the field of progressive beer freezing, providing knowledge on the

behavior of two key factors that influence the process, such as thermal transfer and the influence of the brewing matrix and density on the formation of ice crystals.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto era obtener una cerveza de alta graduación alcohólica utilizando la técnica de congelación progresiva empleada por las cervezas tipo Ice o Eisbock, pero en este caso empleando el tanque de maduración para realizar dicha congelación así como una levadura ale que aporte equilibrio entre la carga alcohólica y el flavor de la cerveza.

Además, se pretendía redescubrir los estilos Ice y Eisbock con la propuesta de un nuevo estilo híbrido entre ambos, aportando innovaciones tanto en el perfil de cerveza como en el proceso de elaboración.

Para ello, el proyecto ha contemplado 3 retos principales:

- **Tecnológico:** con la revisión de métodos de congelación empleados por empresas cerveceras de distintos países para en base a esta información y las instalaciones disponibles, diseñar el mejor método posible de congelación para conseguir el perfil deseado en nuestra cerveza. Asimismo, se han revisado alternativas técnicas para la industrialización de dicho proceso tanto en micro-cerveceras como en cerveceras industriales, así como aspectos clave para la optimización de costes.

- **Estilo:** con la identificación de los parámetros más relevantes para obtener una cerveza con una graduación en alcohol más elevada que la media del mercado, pero con un cuerpo y flavor que aporten equilibrio y bebestibilidad sin necesidad de periodos de guarda muy prolongados.

- **Marca:** con un estudio de mercado que ha servido de base para el planteamiento de una estrategia de producto innovador y de valor añadido con una imagen de marca rompedora y una estrategia de marketing adaptada al estilo de cerveza propuesto y su público objetivo.

UN NUEVO ESTILO

A continuación, se resumen en una tabla la comparación entre las Eisbock y Ice Beer y el nuevo estilo propuesto: NICE (New Ice Beer)

Parámetro	Eisbock	Ice Beer	NICE
Levadura	Lager	Lager	Ale
Color	Marrón claro-Negro	Pálido-Dorado	Pálido – Dorado
Claridad	Sin turbio	Sin turbio	Sin turbio
Aroma y Flavor de Malta	Alto	Bajo	Bajo
Aroma y Flavor de Lúpulo	Ausente	Bajo	Medio
Amargor percibido	Muy bajo-bajo	Bajo	Bajo
Características de fermentación	Algo frutal No diacetilo	No frutal No diacetilo	Frutal – Plátano No diacetilo
Cuerpo	Alto	Bajo-Medio	Medio
Carbonatación	Bajo	Medio-Alto	Medio-Alto
Extracto Original (°Plato)	18-27.2	10-14.7	18 -25
Extracto aparente (°Plato)	N/A	1.5-3.6	3 – 4,5

Alcohol por volumen (%)	8.6-14.3	4.8-6.3	8 – 13
Amargor (IBU)	26-33	7-20	15 -30
Color EBC	30-100	4-16	9-10

Tabla 1. Comparativa Eisbock y Ice Beer con el estilo propuesto

Si representáramos las características principales de las 3 cervezas destacando sus puntos en común y sus diferencias podría quedar de la siguiente forma:

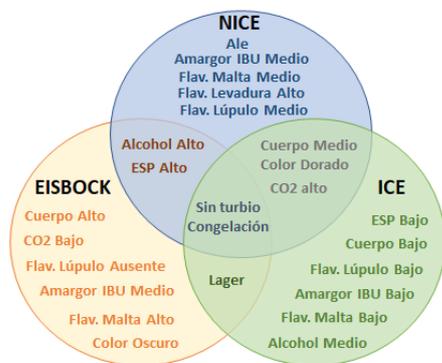


Ilustración 1. Diferencias entre los estilos Ice, Eisbock y el propuesto

MERCADO Y ESTRATEGIA

Como conclusión del estudio de mercado se identificaron una serie de factores estratégicos clave del producto propuesto representados en el siguiente Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) donde se identificaron:

- **Fortalezas:** la innovación y el respeto por los cánones cervecero, que se mantendría a través de una estrategia de diferenciación y exclusividad.
- **Debilidades:** los consumos energéticos y las mermas asociadas a la congelación,

que se corregirían ofreciendo un producto premium, de valor añadido y con un margen de beneficio que permita compensar dichos costes

- **Oportunidades:** el auge de la cultura cervecera que hace que los consumidores estén dispuestos a probar nuevos productos y a pagar por ellos; y que se serviría para captar clientes
- **Amenazas:** la preocupación por la salud y la imagen de algunos productos donde prima el alto grado de alcohol en detrimento de la calidad. La manera de afrontar esto es precisamente ofreciendo un producto de calidad, balanceado en su sabor y fomentando su consumo responsable.



Ilustración 2. Análisis DAFO de la Rompehielos

PRUEBAS

Se realizaron pruebas previas tanto de congelación como de fabricación con el fin de ir conociendo los efectos que podría tener sobre la cerveza. De esta forma primero de forma casera y después ya en las instalaciones de Coslada se procedió a congelar cerveza primero de línea de supermercados y después ya afinando con nuestra receta en planta. Durante estas pruebas se descubrieron los secretos que la congelación progresiva aporta además de permitirnos ir conociendo la instalación y sus vicisitudes.

FABRICACIÓN

La elaboración del proceso cervecero de nuestro proyecto se ha desarrollado en la planta piloto de la “Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta” (AETCM), que se encuentra en la Avenida de las Américas 4, nave CE de Coslada (Madrid). La planta fue construida por la empresa “Landaluce, S.A.”



Ilustración 3. Planta Piloto de la AETCM

Antes de comenzar a fabricar la cerveza, se limpiaron todos los elementos, tales como: calderas, tanques, whirlpool y manguera mediante CIP alcalino con sosa al 2,5% y se desinfectaron con peracético al 0,2% justo antes de utilizar las instalaciones para garantizar la máxima higiene en el proceso. Una vez concluido cada CIP se realizaron controles de pH para verificar que no había restos en las instalaciones.

Se realizó un “double batch brew day” para poder optimizar el proceso, ya que por el tipo de mosto deseado, la realización de un solo batch era insuficiente para llenar el fermentador y tener un volumen representativo para continuar con el proceso de fermentación y posteriormente de congelación.

Molienda

Se partió de las maltas y cantidades siguiente (véase Tabla 2) calculadas según la receta del presente proyecto para 12kg de malta equivalente, que es la capacidad del filtro prensa de esta planta.

PRODUCTO	TIPO	UD	%
MALTA 1	Pilsen	11,87 Kg	0,950
MALTA 2	Munich	0,31 Kg	0,025
MALTA 3	CaraPils	0,31 Kg	0,025

Tabla 2. Pesajes materias primas

La molienda elegida para el proyecto fue seca y fina, mediante el uso de un Molino de martillos Ceramic Instruments HM/530, con capacidad máxima de 30 Kg/h. Se eligió el tamiz de 2 mm para dicha molienda. El motivo es el uso de filtro prensa como sistema de filtración del mosto y el deseo de obtener un óptimo rendimiento de extracción para conseguir el extracto original deseado en el mosto.



Ilustración 4. Grupo Ice realizando el pesaje de maltas

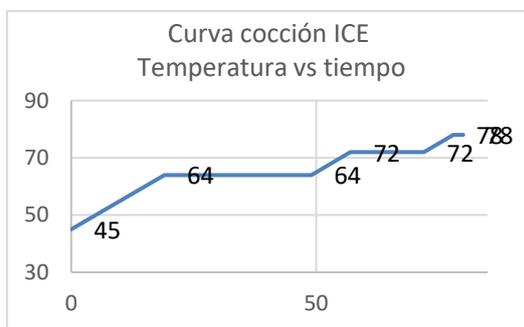
Premaceración y maceración

Para la maceración, se ha recurrido al método de infusión escalonada en la caldera de maceración de Landaluce. La harina de maltas se empastó en la caldera con la relación de agua: malta 3,1:1. Se introdujeron en la caldera de maceración 31,2L de agua de red que se atemperaron a 45°C. Posteriormente se realizó el empaste de la malta con el agitador en velocidad

rápida. Los cerveceros pueden controlar la fermentescibilidad del mosto que producen facilitando la acción de la β -amilasa si quieren que sea alta. Por eso, a la finalización del empaste se ajustó el pH de la mezcla a 5.40, mediante la adición de 20g de ácido fosfórico alimentario. También, durante el empaste, se añadieron 7,2g de cloruro cálcico para asegurar la actividad de las enzimas durante la maceración.

La curva de maceración fue la que se muestra en la gráfica 1, con una reducción de tiempos de estacionamiento en cada etapa en comparación anteriores pruebas en las que se había conseguido menor cuerpo del deseado.

El proceso de empaste y maceración en el segundo batch del día comenzó mientras el primero hervía en la caldera de adjuntos como medida de optimización de tiempos.



Gráfica 1. Curva de cocción



Ilustración 5. Grupo ICE realizando el empaste

Filtración

Se ha decidido filtrar con filtro prensa y no con cuba filtro para obtener un rendimiento de extracción mayor en el mosto, por las necesidades de nuestro perfil de cerveza en el proyecto. El extracto final de las dos fabricaciones fue de 20,8°P y 22,6°P, con 35L y 25L de aguas de lavado, respectivamente, para llegar a nuestro objetivo.

Ebullición y Whirlpool

Se ajustó el pH del mosto con ácido fosfórico y se llevó a ebullición durante 60 minutos con un SP de 98°C. Con este paso conseguimos esterilizar el mosto, destruir la actividad enzimática, extraer y transformar los compuestos del lúpulo, estabilizar coloidalmente, eliminar volátiles (DMS), e influir en el color, sabor y flavor del mosto.

Se dosificó el lúpulo en dos momentos diferentes: la primera dosis con 15g Nugget al principio de ebullición para dar amargor al mosto. La segunda con 7,5g Citra y 7,5g de Amarillo en whirlpool para dar aroma. El trub se forma en el whirlpool gracias a su entrada tangencial, que hace que sedimente el hot break en el centro al fondo del tanque, garantizando la estabilidad coloidal del mosto deseado. También se añadieron 0,134g de sulfato de zinc en whirlpool cuya cantidad era la óptima para garantizar la vitalidad de la levadura durante la fermentación

Enfriamiento, fermentación y guarda

Después del reposo en whirlpool se bombea el mosto con la bomba de whirlpool al enfriador, que está compuesto de dos intercambiadores de calor de placas. A la salida del whirlpool existe también un filtro de 1mm para retener el trub y partículas sólidas que puedan estar presentes antes del enfriador. Los dos intercambiadores se refrigeran con agua de red y con glicol

respectivamente. Se aireó el mosto frío con 8ppm de aire alimentario en línea para el correcto desarrollo de la fermentación.

El mosto ingresa en el fermentador, que está aislado térmicamente y en el cual se ha realizado la limpieza CIP previamente. Es muy importante la buena realización del CIP, ya que en el tanque, al haber mezcla de oxígeno, CO₂ y materia orgánica-mosto, podrían crecer microorganismos aerobios o levaduras salvajes ajenas a nuestro proceso.

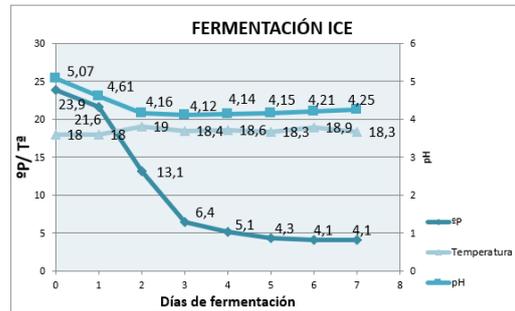


Ilustración 6. Adición de lúpulo

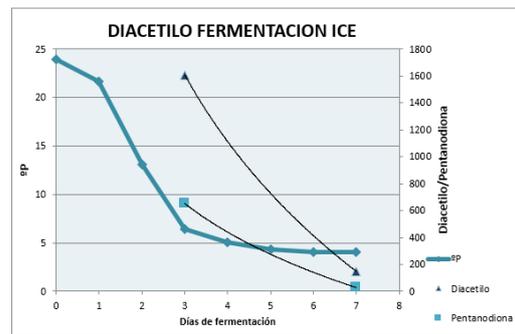
Se siembran los 25g de levadura SafAle-BE-256. en el tanque 1 de fermentación de forma aséptica para conservar la esterilidad del mosto obtenido en la caldera de ebullición y se espera a que se desarrolle la fermentación. A las 15 horas ya se ven indicios de que la fermentación está en marcha. Se ajusta un set point de temperatura de 18 grados como temperatura de fermentación.

La fermentación finalizó al haber reducido el extracto de 23,9^oP a 4,1^oP, dato repetido consecutivamente el sexto y séptimo día, y tener un nivel de diacetilo <150ppb. En cata no se percibe el olor, sabor ni flavor a diacetilo en la cerveza a final de fermentación. Es muy importante no apresurarse y esperar a que el diacetilo esté por debajo del umbral. La levadura transformó el 82% de los azúcares en

alcohol en los seis primeros días. Esta atenuación se correspondió con la obtenida en el análisis de la atenuación límite.



Gráfica 2. Curva de fermentación



Gráfica 3. Diacetilo en fermentación

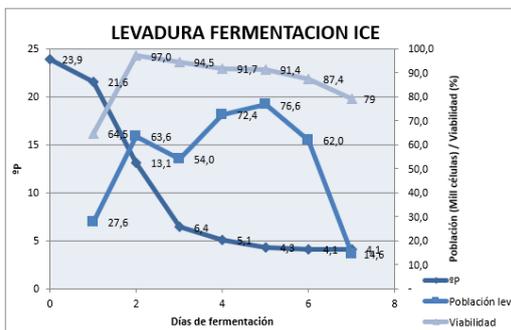
Se efectuó una purga de 2,5 L de levadura al terminar de reducir el extracto con el propósito de no demorar su recogida pues podría comenzar la autólisis de sus células y afectar de forma substancial a la espuma y el sabor.

Filtración

En el último día de guarda, la levadura se encontraba aún en grandes concentraciones en suspensión en la cerveza. La levadura no floculó adecuadamente durante estas dos semanas de guarda, aunque la ficha del proveedor la mostraba como de rápida sedimentación. La alta densidad del mosto pudo ser una de las causas que dificultara su sedimentación.

Se toma la decisión de filtrar antes de congelar que no teníamos prevista con

anterioridad. Nuestra idea era ver como el proceso de congelación hace que la cerveza se clarifique, pero tuvimos que tomar la decisión de filtrar para no poner en riesgo la calidad de nuestra cerveza. Al congelar la cerveza con esa población de levadura en suspensión se corría el riesgo de autólisis de las células de levadura y posterior transferencia de sabores desagradables al producto.



Gráfica 4. Levadura en fermentación y guarda

Se eligió para filtrar el filtro de placas de celulosa de la AETCM. Al paso por sus placas de 15 µm de luz, se obtuvo una cerveza muy brillante y con ausencia de levadura, que era nuestro interés principal. Aparte de levaduras, la filtración tuvo otros beneficios como la pérdida de lípidos que pueden disminuir la estabilidad de nuestra espuma y son susceptibles de oxidarse afectando al producto final. Esta filtración por placas, corresponde a una modalidad de clarificación de la cerveza en la que se utiliza como medio de filtración placas prefabricadas de celulosa que pueden ser de diferente tamaño de poro o luz de malla, pudiendo obtener una amplia gama de resultados de abrillantamiento de nuestro producto.

Congelación

La congelación progresiva de la cerveza consiste en la formación de pequeños cristales de hielo a partir de las moléculas de agua que están disueltas. Es un proceso que

se debe adaptar a las características de la planta donde se elabora. Por ello, se realizan unas pruebas de congelación donde se estudia la temperatura exacta que se necesita para congelar la cerveza y la influencia de su perfil para conseguir llevar a cabo el proceso con éxito.

Se decide entonces realizar la congelación dentro del tanque de fermentación aprovechando una potencia del equipo de frío que es capaz de enfriar glicol hasta -9°C. Este glicol llega al tanque de fermentación con una temperatura de -7°C, lo cual se considera suficiente para congelar la cerveza.

Esta cerveza se calcula que por su grado alcohólico, densidad y matriz estructural necesita llegar a una temperatura de -5°C para la primera congelación y -6°C en la segunda debido al aumento de alcohol que se produce previamente. La realidad es que en un inicio no se produce la congelación debido a que el equipo no enfria el glicol hasta la temperatura que se necesita, por lo que se optó por optimizar la potencia añadiendo glicol puro al 100% y llenando al completo la capacidad del circuito para evitar escarchamientos. También se optó por cerrar todas las válvulas de entrada de glicol en el resto de tanques manteniendo abierta únicamente la de nuestro tanque, cerrando además ligeramente la válvula de salida de glicol del tanque de tal forma que se mantuviera la cantidad necesaria del refrigerante fluyendo por las camisas para así enfriar la cerveza hasta la temperatura necesaria. Estas acciones surtieron efecto y tras 24 horas se consiguió congelar la cerveza.

De esta forma, partiendo de una cerveza de 7º de alcohol se consigue tras la primera congelación aumentar su graduación hasta 8,5º. Después, se realiza una segunda

congelación donde después de otras 24 horas se obtiene una cerveza con una graduación alcohólica final de 9,3°. Además de este aumento de alcohol es notoria una mejora organoléptica y visual (más brillante) además de un nuevo balance que enmascara el alto grado de alcohol con un aumento de la percepción de los atributos afrutados.



Ilustración 7. Equipo ICE durante las pruebas de congelación



Ilustración 8. Imagen de la congelación de cerveza en el tanque de maduración (merma restante al trasegar el volumen concentrado a otro tanque)

Carbonatación en línea

La cerveza concentrada en el tanque de guarda tras la segunda congelación se trasiega a un BBT previo a su envasado. En el trasiego se carbonata la cerveza con inyección de CO₂ en línea a 2 bares por medio de una piedra porosa y se añaden 3mL de lúpulo tetraisomerizados para favorecer la estabilidad de espuma y 3mL de

lúpulo extracto Citra para consolidar el aroma deseado.

Envasado

La cerveza se pasa desde el BBT a la llenadora neumática de Heinr. Leich, donde se envasa en botellas de 33cl, previamente esterilizadas en el autoclave. Se extremaron todas las precauciones en este paso ya que el riesgo de contaminación es muy alto. Se realiza del mismo modo el taponado de las botellas con un tapón corona de 26mm, que también son introducidos previamente en un baño de peroxidato. Se llenaron 51 botellas de 33cl, es decir, 16.8 litros de cerveza envasada.

CONTROLES Y RESULTADOS FINALES

Las analíticas se han realizado en todas las etapas del proceso de fabricación, desde el mosto hasta el producto terminado.

Se presenta una tabla comparativa con los resultados principales de la congelación progresiva referidos a la concentración en extracto y alcohol.

PARAMETROS	PRE ICE	POST ICE
Mosto Original °P	15,49	19,9
Extracto aparente °P	2,49	3,2
Alcohol (v/v)	7,06	9,33

Tabla 3. Parámetros antes y después de la congelación (1)

También se ha valorado la influencia de la congelación progresiva en otros parámetros fisicoquímicos, como los relacionados con la estabilización coloidal y los componentes volátiles.

PARAMETROS	PRE ICE	POST ICE
Amargo (IBU)	7,5	7

Betaglucanos (mg/L)	184,9	156,3
Proteínas solubles (mg/L)	120	60,4
Polifenoles (mg/L)	319,8	280
Turbidez (EBC)	30	0,7
TAF (EBC)	54	18,3
Acetaldehído (ppm)	0,92	0,69
Esteres totales (ppm)	81,33	70,76
Acetato de etilo (ppm)	67,65	55,56
Acetato de isoamilo (ppm)	13,52	14,97
Caproato de etilo (ppb)	163,6	225,4
Alcoholes superiores (ppm)	223,3	231,3
DMS (ppb)	76,4	55,9
Diacetilo (ppb)	31,49	28,55
Pentanodiona (ppb)	5,59	5,63

Tabla 4. Parámetros antes y después de la congelación (2)

Posterior a la congelación se observa una reducción de agentes de inestabilidad coloidal como son polifenoles y proteínas solubles. Con ello la turbidez y la sensibilidad al frío de la cerveza se reducen también constituyendo un indicador de calidad positivo de la congelación progresiva.

Con respecto a los valores de compuestos aromáticos en coincidencia con la literatura se observa una concentración de aromas, los ésteres de interés como acetato de isoamilo y caproato de etilo aumentan una vez la cerveza se concentra. Compuestos indeseados en el perfil como el diacetilo, DMS y acetaldehído disminuyen.

Altas concentraciones de alcoholes superiores (>300 mg/l) en cerveza generan un flavor fuerte (a solvente) y pungente, lo que crea una sensación de calentamiento en boca, mientras que niveles adecuados pueden incrementar, en ciertos estilos, la complejidad de bebidas fermentadas intensificando la percepción alcohólica.

La relación alcoholes superiores/ ésteres es de 3:1. Un valor óptimo para cervezas de levadura ale y de temperaturas de fermentación en torno a los 20°C.

Ciertos compuestos indeseados al estilo como el diacetilo, DMS y acetaldehído disminuyen y no se encuentran como off-flavors en el producto terminado.

En la siguiente tabla se presentan la analítica final del producto terminado.

CERVEZA TERMINADA	
Mosto Original °P	19,67
Extracto aparente °P	3,18
Alcohol (v/v)	9,20
pH	4,33
Color (EBC)	9,2
Amargo (IBU)	19,5
Espuma (s)	329
CO ₂ (g/L)	4,03

Tabla 5. Analítica cerveza final

Los resultados finales de la cerveza se ajustan a los objetivos propuestos inicialmente. Se ha logrado la concentración, el grado alcohólico y el cuerpo necesario para el estilo propuesto.

La utilización de lúpulo tetraisomerizado al finalizar la congelación progresiva consigue el valor del amargor en perfil y favorece la estabilidad de espuma del producto terminado.

El valor final de CO₂ en cerveza ha sido de 4,03 g/L. Con el proceso de congelado se produce una pérdida de carbonatación de la cerveza, quedando a expensas su ajuste mediante la carbonatación final. El mismo queda en el límite inferior con 4,03 g/L recomendando un objetivo de 4,3 g/L para aumento del efecto frizante en el nuevo estilo.

PERFIL SENSORIAL

El análisis sensorial de la cerveza terminada se realiza mediante test descriptivo.

La rueda de sabores tiene una escala de 1 al 10, igual a la utilizada en la cata de estudio de mercado para definir el estilo New Ice Beer.

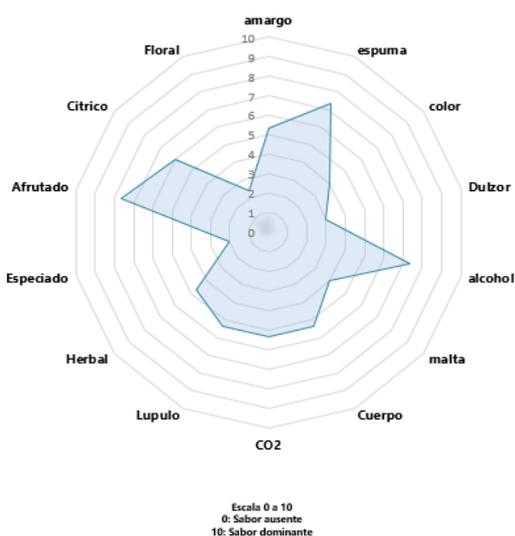


Ilustración 91. Perfil sensorial de la ROMPEHIELOS

Destaca en la rueda la percepción aromática de la cerveza otorgada en gran medida por la levadura ale seleccionada.

A partir de los resultados Rompehielos en el estilo New Ice Beer se presenta como una cerveza fuerte y refrescante por su proceso de enfriamiento a temperaturas bajo cero y separación de cristales de hielo. Elaborada con tres maltas y tres lúpulos. De cuerpo medio, buena espuma. Con notas afrutadas a ésteres como acetato de isoamilo y hexanoato de etilo gracias a su fermentación con levadura tipo ale.

De color dorado y brillante por sus maltas y de espuma duradera. De fácil bebestibilidad con cuerpo y amargor medio.

Su alta graduación alcohólica se percibe como una sutil sensación de calentamiento en boca.

MARIDAJE

Rompehielos combina ciertas características de una cerveza estilo Eisbock y otros atributos de las cervezas Ice Beer que deben ser consideradas para conseguir el equilibrio y dialogo de un buen maridaje.

Esta cerveza al ser licorosa es un excelente aperitivo, pero también por fuerte y refrescante se puede combinar con platos a base de pescados azules como salmón o mariscos fritos.

Por su contenido alcohólico aporta equilibrio para cortar la intensidad de grasa en boca con platos como carnes de aves de corral y carnes especiales de “caza menor”. Para postres marida correctamente con postres con toques cremosos por su fuerza alcohólica y con toques frutados por semejanza strudel de manzana y almendras o una macedonia de frutas con helado.

En cuanto al servicio sugerimos una copa tulipa pequeña o copa snifter que utilizan algunos destilados y también cervezas de alta graduación tipo ale, porque tiene un cáliz generoso que hace que los aromas se expandan y que puedan apreciarse mejor, la parte superior se estrecha hacia el interior para capturar y potenciar los aromas y facilita la retención de espuma y su tallo corto permite “abrazar” la copa con la mano para atemperar el contenido.

Tiene como temperatura de servicio sugerida 5 – 8 °C considerando tres aspectos esenciales, el tipo de levadura utilizada, la graduación alcohólica y el tipo de malta utilizada.

ESTUDIO DE COSTES

Dadas las características de la cerveza ROMPEHIELOS, hay una serie de costes adicionales al elaborarla en comparación con una estándar que han sido analizados, identificando a su vez oportunidades para reducirlos:

- **Merms del proceso de congelación:** que puede ser minimizadas con la recuperación de las aguas de congelación, para filtración como “blending”.
- **Materias primas:** siendo una cerveza de alto grado plato, aspecto que puede reducirse con la recuperación de aguas de lavado, para su adición en maceración o filtración
- **Pérdida de capacidad** por la ocupación del tanque para la congelación, que puede evitarse con el uso de equipos enfriadores específicos.
- **Consumo energético** asociado a la congelación que puede compensarse ofreciendo un producto de valor añadido y con un margen de beneficio adecuado

ETIQUETADO

El etiquetado de los alimentos es el medio de comunicación entre los productores y los consumidores finales, permite realizar elecciones informadas sobre los alimentos que se compran y se consumen y no puede inducir a error al consumidor.

Estos criterios se han tenido en cuenta a la hora de diseñar el etiquetado de la cerveza ROMPEHIELOS. El etiquetado, además de los aspectos de diseño y marca, ha tenido en cuenta todos los requisitos legislativos mencionados anteriormente. En dicho etiquetado existen una serie de menciones obligatorias descritas en el Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo (UE, 2011) que se incluyen a continuación y que se han incorporado en el etiquetado de la ROMPEHIELOS:

- 1) *la denominación del alimento:* “Cerveza Extra” al tratarse de una cerveza con un extracto seco primitivo superior o igual al 15 por 100 en masa. También se incluye la marca comercial “ROMPEHIELOS” y el eslogan “The New Ice Beer” haciendo referencia al nuevo estilo de cerveza tipo “ice” que se quiere presentar con este nuevo producto.
- 2) *la lista de ingredientes:* agua, la malta de cebada y el lúpulo (no se ha incluido la levadura al tratarse de una cerveza filtrada).
- 3) *la cantidad neta del alimento:* 33cl, expresada en centilitros tal y como se indica en el Artículo 23 del Reglamento UE 1169/2011
- 4) *la fecha de duración mínima o la fecha de caducidad:* en este caso se ha incluido la mención “consumir preferentemente antes del fin de Marzo 2021”. Se ha dado una vida útil de 6 meses (se ha envasado en Octubre 2020)
- 5) *el nombre o la razón social y la dirección del operador de la empresa alimentaria.* En este caso se ha incluido como razón social una hipotética sociedad denominada “ROMPEHIELOS S.L.” cuya dirección es la del lugar donde se ha elaborado nuestra cerveza “Av/ de las Américas 4, 28823, Madrid (España).
- 6) *respecto a las bebidas que tengan más de un 1,2 % en volumen de alcohol, se especificará el grado alcohólico volumétrico adquirido.* En este caso 9,5%, teniendo en cuenta que el Anexo XII del Reglamento UE 1169/2011 permite una tolerancia de ± 1 % vol. para cervezas con un contenido alcohólico mayor a 5.5 % vol.



Ilustración 102. Imagen del diseño de la etiqueta de la cerveza ROMPEHIELOS

CONCLUSIONES

La primera conclusión es confirmar la viabilidad técnica de elaborar una cerveza Ice Beer mediante el método de congelación progresiva propuesto. Nuestros ensayos abren una nueva línea de investigación en este campo.

El nuevo estilo NICE (New Ice Beer) que se ha desarrollado en el proyecto es único en el mercado y aporta valor añadido al producto que puede ser aprovechado por las empresas para su introducción en el mercado, combinando una técnica innovadora y fusión de estilos única.

Se afirma la gran importancia de una buena elección de materias primas. Nuestra combinación de maltas, lúpulos, junto a la levadura elegida, han dado a la cerveza el flavor deseado. Se han fomentado sabores y aromas que hacen que el alto grado alcohólico de nuestra cerveza quede balanceado. Para conseguir la cantidad de azúcares correcto para la levadura de nuestro proyecto se destaca la importancia de un buen análisis de curvas de maceración y una buena ejecución del proceso de cocimiento.

Se pone en valor la realización de controles microbiológicos durante todo el proceso cervecero, ya que cualquier contaminación puede hacer que el producto deje de ser el

deseado y la calidad del mismo se vea perjudicada. Todos nuestros análisis nos mostraron que no hemos tenido presentes microorganismos que puedan afectar o deteriorar la calidad del producto final.

Las catas realizadas indican que la cerveza está balanceada y que el proceso de congelación progresiva ha sido satisfactorio tanto en el campo fisicoquímico, como en el sensorial. Se han sobrepasado las expectativas del grupo en el perfil obtenido, sin detectar off-flavours y descubriendo un nuevo estilo con alto potencial.

Se han identificado los aspectos clave a optimizar con el objetivo de conseguir una cerveza competitiva y con viabilidad técnica y económica tanto a pequeña escala, como a escala industrial. Se han detectado oportunidades técnicas optimizar mermas de proceso y alternativas para tecnológicas para la incorporación de esta cerveza de forma adecuada en función del perfil de empresa.

Se ha conseguido encontrar alternativas para superar las limitaciones técnicas disponibles para conseguir la doble congelación del producto logrando interpretar y adecuar los dos factores clave que influyen en el proceso de congelación como son la transferencia de temperatura y la influencia de la matriz y la densidad del producto en la formación de cristales de hielo.

Por último, queremos poner de manifiesto que, aunque hayan podido surgir dificultades a lo largo del proceso de elaboración de nuestra cerveza, los conocimientos adquiridos han permitido superarlas tomando decisiones que han permitido cumplir los objetivos del proyecto y consiguiendo el perfil de cerveza deseado.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Universidad de Alcalá de Henares y de la Escuela Superior de Cerveza y Malta que nos han ayudado a formarnos durante estos meses, en especial a Ana García Martí y María Felisa Bartolomé Ocete por habernos ayudado con sus tutorías de proyecto durante todo el año. Gracias al equipo de la planta piloto de la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta, a Esther Santalla por ayudarnos durante toda nuestra estancia en la AETCM en Coslada y a Lola por cuidarnos. Gracias a Alberto por sacarnos la mejor sonrisa a primera hora de la mañana. También queremos agradecer a Marta García y Elena Roche por seguir nuestros proyectos de cerca junto a nosotros.

También queremos agradecer a todas las empresas que nos han impartido seminarios y clases, por hacernos disfrutar tanto con las clases impartidas. Gracias a Heineken, La Zaragozana, Birra & Blues y Tyrís, que nos han abierto las puertas de sus instalaciones en estos últimos meses tan difíciles. Gracias también a todas las cerveceras o microcerveceras que nos han dado consejos sobre cómo hacer una mejor Ice Beer.

Gracias al Grupo Mahou-San Miguel por donarnos la cerveza que necesitábamos para nuestros ensayos y al Laboratorio de

Heineken y a su Responsable, Enrique Loeches por darnos soporte analítico. Gracias a Intermalta y Boortmalt por suministrarnos las materias primas para realizar el proyecto.

Muchas gracias a todos los compañeros de clase por los buenos momentos que hemos pasado juntos, y separados en casa durante el transcurso de este Máster. Hemos compartido muy buenos momentos en la universidad, en los bares, en zoom que nunca olvidaremos.

No nos podemos olvidar de las empresas que han confiado en algunos miembros del grupo para que se formen y realicen este máster. Gracias a Font Salem y Cervecería Paraguaya por ello. Gracias de nuevo a Font Salem por colaborar en la formación de uno de los miembros del equipo con su contratación.

Por último, gracias a nuestras familias, parejas y amigos por su apoyo incondicional durante nuestra formación.