

ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA SAISON CON LEVADURA KVEIK

LÁZARO CASTELLANO, JOSÉ; PASCUAL CAMACHO, IRENE; PAULO AGOSTINHO, MARÍA
ELIZABETH

Alumnos de la 55ª promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera organizado 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, D^a Ana García Martí y por la profesora de Tecnología Cervecera, D^a M^a Felisa Bartolomé Ocete.

RESUMEN

Actualmente, está siendo un gran foco de interés en el sector cervecero una peculiar levadura, *Kveik*, debido a sus cualidades de fermentación. Hasta la publicación de Preiss et al.2018, estas cepas no habían sido estudiadas con tanta profundidad, desde el punto de vista fenotípico y genético.

En este proyecto se ha decidido estudiar la levadura tipo Ale conocida como *Kveik*. Lo peculiar de esta levadura es su alta temperatura de fermentación, pudiendo ser inoculada a 40-45°C y con una cinética bastante rápida. Estas levaduras realizan la fermentación completa en 24-48 h y no necesitan mucho tiempo de guarda, lo cual reduce los tiempos de bodega y por tanto aumenta la capacidad de producción de la planta. Para poder sacar más conclusiones de esta levadura ancestral, pero que se está empezando a usar en el sector craft, se ha procedido a realizar la elaboración de una cerveza estilo Saison, de donde se sacarán conclusiones sobre la generación de alcoholes superiores y ésteres, además de todos los análisis pertinentes y necesarios para obtener un producto de buena calidad.

Palabras clave: *levadura, Kveik, Saison*

ABSTRACT

Currently, a peculiar yeast, *Kveik*, is being of great interest in the brewing sector due to its fermentation qualities. Until the publication of (Preiss et al.2018), these strains had not been studied with such depth, from the phenotypic and genetic point of view.

In this project it has been decided to study the Ale type yeast known as *Kveik*. The peculiarity of this yeast is its high fermentation temperature, it can be inoculated at 40-45°C and working with a fairly fast kinetics. These yeasts carry out the complete fermentation in 24-48 h and do not need much storage time, which reduces lagering times and therefore increases the production capacity of the plant. In order to draw more conclusions from this ancestral yeast, which is beginning to be used in the craft sector, a Saison-style beer has been produced, from which conclusions will be drawn about the generation of superior alcohols and esters, in addition to all relevant analyses necessary to obtain a good quality product.

Keywords: *yeast, Kveik, Saison*

INTRODUCCIÓN

Se ha decidido realizar una fermentación con el cultivo Voss de levadura kveik, cultivo originario de Noruega que pertenece al granjero y cervecero Sigmund. Se ha querido emplear esta levadura con el fin de demostrar que este tipo de fermentación a alta temperatura podría llevarse a cabo en grandes cerveceras para reducir los tiempos de fermentación y guarda en bodega, aumentando por tanto la capacidad productiva de la empresa.

Para ello, no solo se han comprobado los tiempos de fermentación, sino que también se han realizado análisis de los alcoholes superiores y ésteres, ya que una fermentación a alta temperatura tiende a generar mayor cantidad de ambos compuestos, responsables en gran parte del flavor de la cerveza. Estos compuestos aromáticos en gran concentración pueden producir off-flavors, con cierto aroma a solvente, siendo algo no agradable en el producto final, por lo que es un factor importante a tener en cuenta a la hora de llevar esta levadura a un proceso de producción a gran escala. Por otra parte, se decidió seleccionar el estilo de cerveza Saison debido a que el cultivo Voss cumple con los requisitos de este perfil y, además, es una cerveza que se empleaba para calmar la sed en los meses calurosos de verano, por lo que se ha considerado que es un buen estilo.

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica acerca de la levadura y posteriormente se ha realizado una fermentación en la planta piloto de I+D+i de la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta, con un diseño de receta ajustado a las características de la cepa seleccionada para el estudio.

ESTILO SAISON

La cerveza Saison, es un estilo tradicional que se remonta al S.XVIII, cuyo origen se ubica en la región de Valonia, una zona francoparlante de Bélgica. Su nombre proviene de la palabra francesa “temporada”, es también conocida como una cerveza Pale Ale de granja elaborada de manera casera. Este curioso estilo se originó en los granjeros de la zona que elaboraban sus propias cervezas en invierno para que durante esos meses pudieran fermentar y madurar en la correcta temperatura. Se almacenaba en botellas sin filtrar, acondicionada en una botella y con una gran cantidad de lúpulo para posteriormente consumirla en los meses más calurosos. Su sabor fresco y cuerpo ligero, la hicieron muy popular entre los propios granjeros y los trabajadores de temporada, “los saisonniers” que prácticamente sobrevivían gracias a su consumo debido a que el agua potable no era muy común en las zonas rurales.

A continuación, se adjunta una tabla con las principales características de estilo Saison:

Saison	
Maltas empleadas	Pilsner, Viena, Munich y trigo
Espuma	Densa y duradera, color blanco
Aroma	Frutal (sobre todo cítrico) y especiado
Lúpulo	Bajo-moderado (se usan lúpulos nobles)
Sabor en boca	Equilibrio entre dulzor, acidez y sabores agrios
Cuerpo	Ligero-medio
Nivel del alcohol	Medio-alto
Objetivo	Ser una cerveza refrescante

Tabla 1. Característica de Cerveza estilo Saison

LEVADURA KVEIK

Origen, Historia y Antecedentes

Se puede afirmar que la actividad humana ha dado lugar a la domesticación de la levadura del género *Saccharomyces cerevisiae* mejorando esta para la producción de cerveza.

Sin embargo, no debe asumirse que la domesticación de las levaduras de cerveza se produjo únicamente dentro de los confines de las cervecerías industriales, ya que existían tradiciones de elaboración de cerveza en las granjas anteriores a la industrialización de la cerveza en el norte de Europa. A mediados del siglo XIX, cada granja tenía su propio cultivo de levadura, al igual que en las cerveceras actuales.

Una región donde todavía se utilizan cultivos de levadura tradicionales es el oeste de Noruega, donde varios cerveceros de granjas han mantenido las levaduras tradicionales de esta región, algunas según se informa, durante cientos de años. La cerveza noruega de granja se produce principalmente a partir de cebada malteada y lúpulo, además, también es común combinarlo con una infusión con ramas de enebro. Las cervezas de granja en sí mismas se denominan típicamente maltøl, kornøl y vossaøl. (Nordland 1969; Menoncin, M., 2019).

El término *kveik*, era dialectal para la levadura en esta región, estaban geográficamente aislados y mantenidos solo localmente por los cerveceros tradicionales de las granjas.

Esta levadura se ha almacenado históricamente en seco durante períodos de tiempo prolongados de hasta 1 año o más, se inoculaba típicamente en un mosto de cebada entre 28°C y 40°C, una temperatura de fermentación muy alta para la levadura de cerveza industrial (Caspeta and Nielsen, 2015). La temperatura más común citada en fuentes más antiguas es "leche caliente", es decir, la temperatura de la leche cuando sale de la ubre,

que es de unos 35°C (Nordland, 1969; Garshol, 2020) otra característica es que este mosto a menudo tiene un alto contenido de azúcar en comparación con un mosto típico, y los cerveceros prefieren un tiempo de fermentación corto, a menudo de solo 1-2 días antes de la transferencia a un recipiente de servicio (Nordland, 1969; Garshol, 2014).

La levadura se recolecta típicamente de la espuma de la cerveza durante la fermentación (high krausen), o de la suspensión del fondo después de la fermentación primaria, y se seca hasta su siguiente uso. Si la levadura se echaba a perder o era demasiado vieja, el cervecero tomaba prestada levadura de los vecinos, a menudo eligiendo a aquellos que eran conocidos por tener una buena cerveza. Todo ello, hace que este entorno adaptativo para las levaduras kveik fuese algo diferente al de la mayoría de las levaduras ale industriales, sin embargo, aun así, se vio favorecido el desarrollo de rasgos domesticados (Preiss et al., 2018).

A continuación, en la Figura 1, se muestra algunos de los puntos geográficos donde se han encontrado y aislado cepas de levadura kveik.

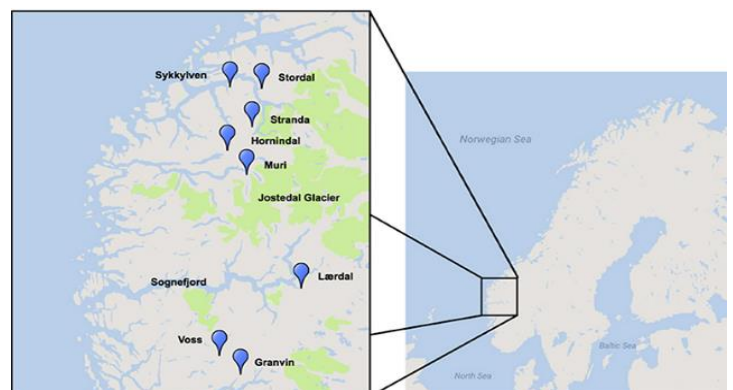


Figura 1. Ubicación geográfica de las diferentes cepas de levadura kveik estudiadas por Preiss et al (2018)

Conservación de la levadura kveik

Como se ha comentado anteriormente, la levadura kveik, una vez fermentaba el mosto, era recolectada para almacenarla y usarla posteriormente en otra elaboración. Sin embargo, la forma de recolectar esta levadura cambiaba según la región, dando lugar a diferentes técnicas, bastante peculiares.

Usaban el anillo de levadura (Figura 4), el cual se introducía durante el high krausen de la fermentación para recolectar la mayor cantidad posible. Este anillo después se dejaba secar al sol y se guardaba hasta poder usarlo en una nueva elaboración. Otro sistema utilizado era el de utilizar tronco de madera, o también, de forma más sofisticada, el kveikstokk (Figura 2), que consistía en un trozo de madera construido de manera ingeniosa con una gran cantidad de agujeros para así recolectar tanta levadura como fuera posible. En otras zonas se hacía a partir de unas masas de levadura y centeno, a modo de tortas. Estas tortas de levadura se conocen como jästkakor (Figura 3) y se podían secar al sol o mediante calor del fuego en los hornos.



Figura 2 Estructura de madera (kveikstokk) para recolectar levadura y posteriormente secarla (Garshol L.M., 2020)



Figura 3 Jästkakor (Garshol L.M.,2020)



Figura 4 Anillo de levadura kveik empezando a fermentar cuatro horas después de inocular el mosto (arriba) y anillo perteneciente a Sigmund con levadura seca (abajo) (Garshol L.M., 2020)

Por otra parte, no se conoce bien dónde se utilizó por primera vez las kveik, ni cuál es su origen, pero hay datos de que el primer tronco de recolección de levadura proviene de Morgedal en Telemark, al este de Noruega y data del año 1621 (tallado en la propia madera, Figura 5). Sin embargo, ya se reutilizaba la levadura mucho antes, siendo en 1199 cuando se describe el uso de añadir levadura al mosto.



Figura 5 Recolector de levadura con fecha de 1621 (Verberg, S. 2019)

Perfil de la levadura

Se ha determinado que estas levaduras pertenecen al género *Saccharomyces Cerevisiae*, de alta fermentación (levadura Ale) sin contener *Brettanomyces*, ni bacterias, a pesar del perfil típico que generan.

Las levaduras kveik son levaduras muy floculantes, altamente tolerantes al etanol, no producen fenoles (POF-), atenúan el mosto dentro del rango esperado para cepas cerveceras domesticadas y exhiben una alta cinética de fermentación. Además, las kveik son tolerantes a altas temperaturas probablemente como resultado de la práctica tradicional de inocular la levadura en el mosto caliente (28 - 40 °C). Así, una característica diferencial es que estas levaduras pueden entonces ser utilizadas en fermentaciones a altas temperaturas sin la producción de off flavors (en particular de alcoholes superiores) (Preiss et al., 2018).

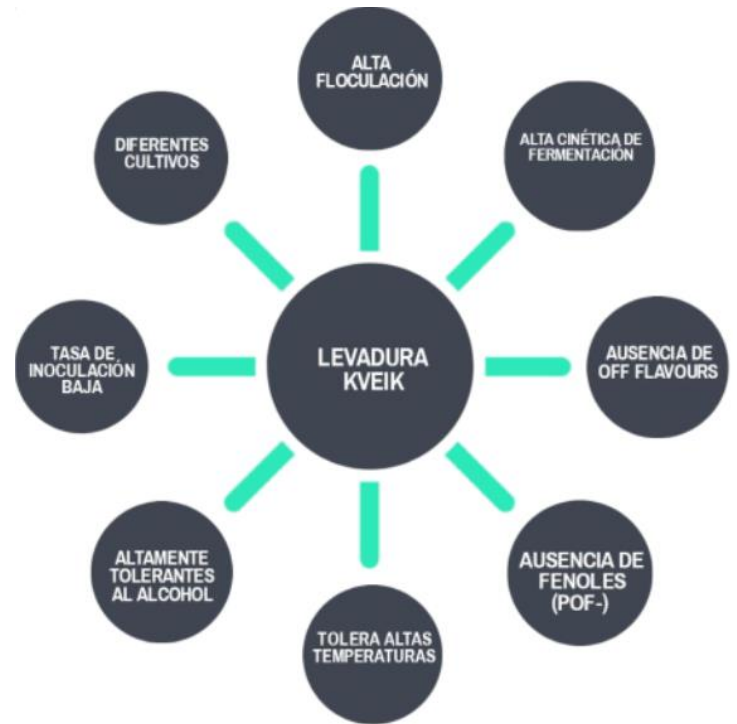


Figura 6. Diagrama de perfil de levadura Kveik

Utilización de Kveik en Cervecería

Tal y como se ha comentado anteriormente, la levadura kveik se lleva empleando en elaboraciones artesanales desde hace ya miles de años por cerveceros noruegos que fueron domesticando esta levadura mediante su uso y posterior secado. De manera altruista, los propios cerveceros iban dejando sus cepas a otros manteniendo así la vitalidad de las cepas y combinando las mismas.

Actualmente, la revolución que está viviendo el sector cervecero con la entrada de las cervezas craft, con la continua innovación y búsqueda del aumento de ventas se ha creado un especial interés por el perfil tan peculiar de esta levadura.

Es por ello, que las kveik han resurgido para quedarse, gracias a su alta temperatura de fermentación, su cinética tan rápida (Burini et al, 2020) y por último, los aromas afrutados que generan (Preiss et al, 2018) que combinan tan bien con cervezas lupuladas como las IPA, APA, NEIPA y DDH IPA, ya que además, se ha demostrado que son capaces de extraer mejor los aromas del lúpulo y más polifenoles que aportan densidad y turbidez a la cerveza, necesario por ejemplo para las HAZY.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

En primer lugar, se hizo un análisis de estilos de cerveza para poder elaborar una cerveza acorde al perfil de levadura. Una vez elegido el estilo Saison, se diseñó una receta óptima para elaborar la cerveza empleando todas las materias primas necesarias para el estilo.

Con el fin de valorar la capacidad de fermentación del perfil descrito anteriormente de la levadura kveik se decidió realizar dos pruebas previas de fermentación con el mismo mosto, usando el mismo diseño de receta para el proyecto final.

Para ello, se eligió dos levaduras, ambas óptimas para estilo Saison. La primera era una cepa de levadura “Belle Saison” (Lallemand) y la segunda un cultivo de levadura “Voss Kveik” (Lallemand), cuya cepa se usó para la elaboración de la cerveza final.

Se estuvo analizando y realizando pruebas durante todo el periodo de fermentación, obteniendo resultado que posteriormente se mostrarán, y poder ajustar la receta final más óptima.

PRUEBAS PRELIMINARES

Se realizó una elaboración de 55 l, de esta forma, se aprovechó para familiarizarse con el equipo de la planta piloto de Coslada. La receta que se siguió fue la misma desarrollada para el estilo con la diferencia de que no se realizó whirlpool y el enfriamiento se llevó a cabo mediante un baño con hielo. Además, la fermentación se realizó en los fermentadores auxiliares de plástico, destinados para pequeñas producciones de prueba en la planta.

El objetivo principal era realizar un seguimiento de fermentación entre las dos levaduras y valorar el perfil de cada una.

- Levadura Voss Kveik de Lallemand.
- Levadura Belle Saison de Lallemand.

La evolución de la fermentación fue controlada durante 6 días, manteniendo ambos fermentadores a temperatura ambiente. Como se puede comprobar tanto en la tabla 2 como en la Gráfica 1, a temperatura ambiente se obtienen mejores resultados para la fermentación con Belle Saison, esto se debe a que la cinética de la levadura kveik se vuelve más lenta en fermentaciones por debajo de 30°C, además, aporta aromas más neutros a la fermentación. En este caso, fermentando a 25°C el extracto aparente final queda 1,7 puntos por encima con la voss kveik que con la belle saison, es decir, en la cerveza final quedan más azúcares fermentables sin llegar a fermentar, aportando más dulzor en boca, más cuerpo y menor grado alcohólico, lo cual no es el objetivo de este estilo de cerveza.

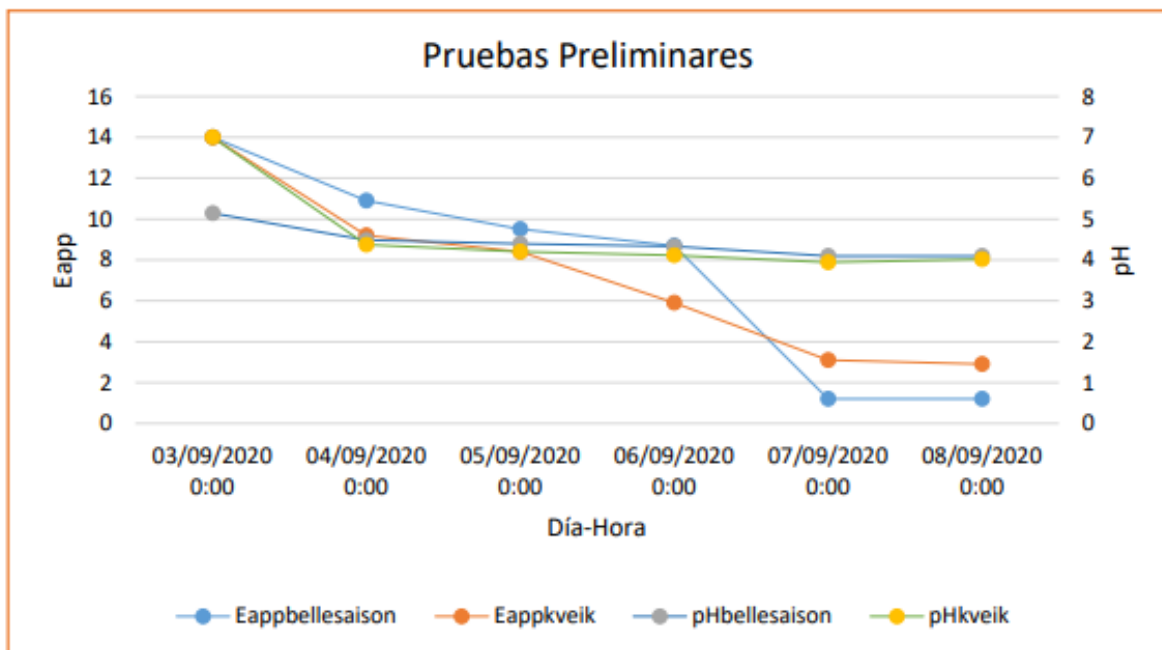
Lo más destacado que se obtuvo en estas pruebas, a pesar de que la temperatura no era la más óptima para Voss Kveik fue la rápida activación de esta levadura en comparación con la Belle Saison.

Elaboración preliminar	
Volumen recirculación	13 l
Volumen 1ºmosto	15 l
Volumen en caldera de maceración	6 l
Tiempo de llenado	4 min
Tiempo de filtración	40 min
Cantidad aguas de lavado	40 l
1er mosto	20,3°P
Extracto original mosto final	14 °P
Últimas aguas de lavado	3°P
Cantidad final	55 l

Tabla 2. Datos de elaboración de mosto para pruebas preliminares



Figura 7. Pruebas preliminares



Gráfica 1. Seguimiento de fermentación en pruebas preliminares

MATERIAS PRIMAS

Agua

El agua es la materia prima más abundante en el proceso cervecero, pudiendo representar el 95% del producto final, lo que hace que sea fundamental para la calidad del mismo. Para la

elaboración se ha empleado el agua de red suministrada en la planta piloto por el canal de Isabel II y se ha procedido a realizar los ajustes de pH en la maceración y cocción y de cloruro cálcico al inicio de la maceración.

Maltas

Para la selección de maltas se seleccionó de acuerdo al estilo Saison para ello se empleó con malta Bohemian Pilsner, malta base para ofrecer un intenso aroma a malta y un cierto dulzor. También se empleó malta Tritordeum cereal híbrido entre la cebada y el trigo, por lo que el usarlo como sustituto del trigo es una buena opción, muy común del estilo Saison. Para contribuir al color y a la complejidad, se empleó malta Múnich Tipo I y Carabelge, haciendo un total de 12 kg.

Mezcla de malta	%utilización	kg utilizados
Bohemian Pilsner	55%	6,6
Tritordeum	30%	3,6
Múnich Tipo I	10%	1,2
Carabelge	5%	0,6
Total	100%	12,0

Tabla 3. Selección de maltas

Lúpulo

En la selección de lúpulo se quiso emplear lúpulos nobles muy comunes para Saison que aportaran notas florales y especiadas. Para ello se usó Saaz, lúpulo noble para aportar sabor y aroma. Para el amargor se empleó Aurora que presenta un porcentaje de alfa-ácidos del 8 por ciento, tratándose de un lúpulo dual, con amargor agradable y con un perfil organoléptico con carácter floral y con notas herbales y espaciados.

Variedad	Alfa Ac.	Tiempo ebullición
Aurora	8	60 min
Saaz	4,4	30 min
Saaz	4,4	Whirlpool

Tabla 4. Selección de lúpulos

Levadura

Voss Kveik de Lallemand, Voss Kveik soporta temperaturas de fermentación entre 25-40 °C con un rango óptimo muy alto de 35-40 °C. Voss Kveik logra fermentaciones rápidas. A la temperatura óptima, esta levadura generalmente se fermenta completamente en 2-3 días.

Belle Saison para pruebas preliminares. Levadura de cerveza estilo belga seleccionada específicamente por su capacidad para producir cervezas estilo Saison.

Sales

Durante el proceso de elaboración se añadieron algunas sales como ácido fosfórico, cloruro cálcico y sulfato de zinc.

PROCESO DE ELABORACIÓN

El volumen de mosto frío objetivo fue de 60 litros a 14ºP de extracto original, buscando 30 IBU y 12 EBC.

Molienda

La molienda de todas las materias primas fue realizada mediante un molino de martillos con un tamiz de 2 mm de luz, obteniendo una molienda fina y homogénea necesaria para utilizar la instalación del filtro prensa que permite maximizar el rendimiento del filtrado.

Maceración

En esta etapa, la malta molida se añadió y homogenizó en agua caliente, con el objetivo de realizar el proceso de maceración mediante el método de infusión escalonada.

El volumen fue de 36 litros de agua ya que la ratio elegida fue de 3:1, agua-malta.

Una vez alcanzada la temperatura de 55ºC se realizó el empaste con la ayuda del agitador. En

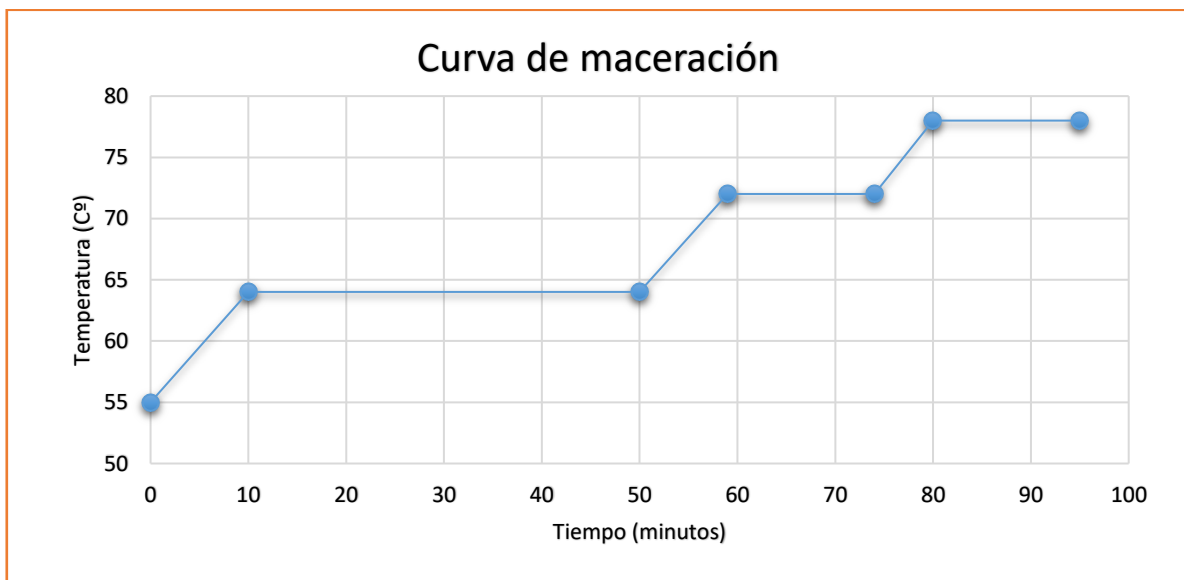
este punto se midió el Ph obteniendo un resultado de 5,58; por lo que hubo que ajustarlo añadiendo 19 g de ácido fosfórico para lograr un ph de 5,3 ya que es el óptimo de actividad de las enzimas amilolíticas aportadas por la malta. Y para asegura la actividad de las enzimas se añadió 7,2 g de cloruro cálcico.

La temperatura subió a razón de 1,2 °C/min, hasta alcanzar los 64 °C, la cual se mantuvo estacionada durante 30 minutos con el objetivo de lograr la maltogénesis, favoreciendo la actividad de la beta-amilasa. Pasado este tiempo se subió la temperatura a 72°C para realizar la fase de “sacarificación” favoreciendo la actividad de la alfa-amilasa sobre las cadenas de almidón. Subió a razón de

1,1 °C/min hasta alcanzar dicha temperatura, ahí se mantuvo durante 9 minutos, en este estacionamiento se realizó el test del yodo para comprobar que la degradación del almidón había sido óptima.

Finalmente, la temperatura ascendió a los 78°C para la fase de inactivación enzimática y descenso de la viscosidad de la masa, donde se mantuvo durante algunos minutos hasta el inicio del trasiego al filtro prensa.

A continuación, se adjunta la curva de maceración establecida para el proceso de macerado.



Gráfica 2. Curva de maceración

Filtración

La etapa de filtración del mosto se realizó mediante un filtro prensa que previamente se llenó con agua a 80°C, donde el tiempo de llenado fue de 4 minutos y 40 segundos, con el objetivo de acondicionar las telas de filtración y conseguir un mayor rendimiento.

El filtro prensa está diseñado para una carga óptima de 12 kg de malta equivalente, por ello

en el diseño de la receta se tuvo en cuenta esta valor.

Una vez llenado el filtro prensa con el mosto a través de una entrada en la parte inferior, el filtro se conectó mediante unas mangueras al tanque de espera, para recibir el mosto filtrado, y con el ajuste de válvulas se comenzó la filtración. El tiempo de filtración total fue de 45 minutos.

El lavado del bagazo comenzó tras la obtención del primer mosto. El agua total de lavado fue de 40 litros a 80°C.

A continuación, se muestra una tabla con todos los datos obtenidos durante la etapa de filtración, desde el primer mosto hasta el objetivo de 12,5°P.

Filtración	pH	Densidad
1 ^{er} mosto	5,33	20,1 °P
30 L	-	19,8 °P
45L	-	16,5 °P
50L	-	15,3 °P
Últimas aguas	5,43	3,4 °P

Tabla 5. Datos de densidad obtenidos en filtración

Ebullición

El mosto filtrado se llevó a ebullición durante 60 minutos, con un extracto de 12,5°P. Se dosificó el lúpulo en tres tiempos, con el objetivo de obtener 25 IBUs.

La primera dosificación fue al inicio de la ebullición, donde se añadió 80 gramos de lúpulo Aurora para aporte de amargor ya que tiene un porcentaje de alfa-ácidos del 8%. La segunda adición fue a los 30 minutos del hervido con el lúpulo Saaz, una cantidad de 80 gramos, para lograr sabor y aroma, tiene un porcentaje de alfa-ácidos del 4,4%. Y para finalizar el hervido, se dosificó con 39 gramos de lúpulo Saaz, con el objetivo de aportar aromas a notas herbales y especiadas tan característico de la cerveza Saison.

Whirlpool

El mosto caliente fue transferido al tanque de Whirlpool a través de una entrada tangencial, con el objetivo de obtener un efecto remolino en el mosto para la formación del trub caliente formado durante la cocción. El tiempo de reposo fue de 15 minutos para garantizar la estabilidad coloidal de la cerveza. Se adicionó 0,14 g de sulfato de zinc.

Enfriamiento

Una vez separados los turbios del mosto en caliente, “trub caliente”, se enfrió el mosto hasta la temperatura de inicio de fermentación, 40°C. Este proceso se realizó a través del intercambiador de placas, haciendo pasar a contracorriente, por los circuitos que se forman entre las placas, el mosto caliente y agua fría (agua de red), ajustando la temperatura deseada con un circuito de glicol. Durante el proceso, se inyectó oxígeno al mosto mediante una aireación en línea para facilitar a la levadura un buen arranque de la fermentación.

Parámetros	ud	Valor analítico
Extracto	°P	14,4
pH	pH	5,12
Color	EBC	14,4
Amargo	IBU	22,8
Polifenoles	mg/l	319
FAN	mg/l	219
N₂coagulable	mg/100ml	1267

Tabla 6. Datos obtenidos en la elaboración

Siembra

Para la siembra de la levadura, se realizó una hidratación de la misma tal y como explica Fermentis. Una vez la levadura, 44 gramos, estaba hidratada, se inoculó el tanque de fermentación y se dejó arrancar la

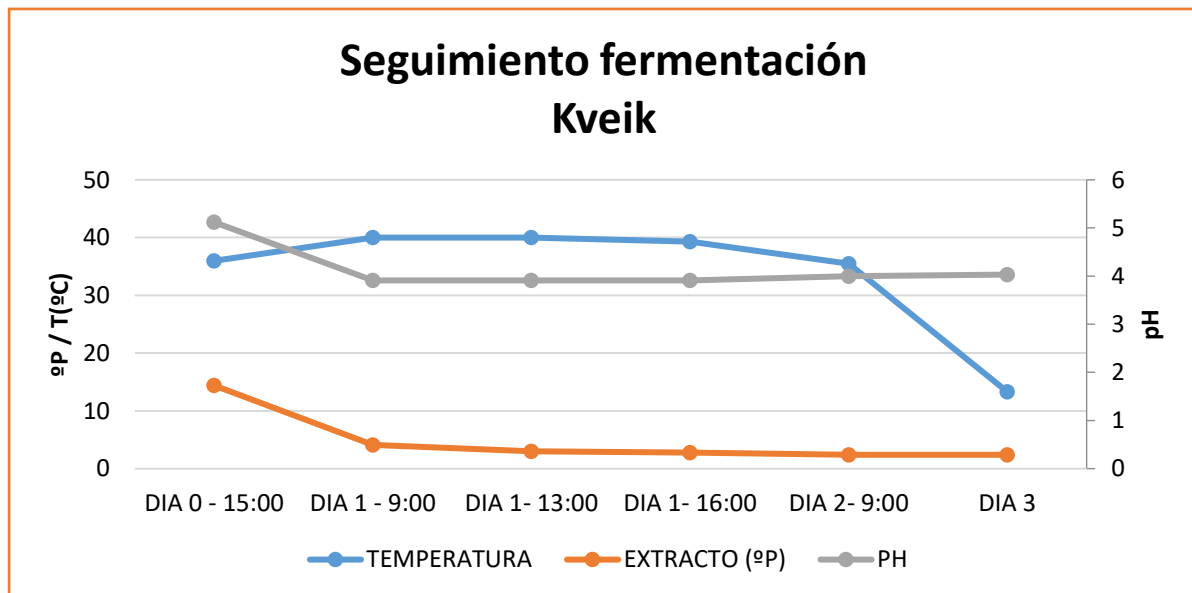
fermentación a co el tanque a presión atmosférica.

Fermentación

La temperatura inicial de fermentación fue de 36°C, y se estableció un seguimiento con ciertas horas tal y como se muestra en la siguiente tabla 13 y gráfica 3.

Tal y como se muestra en la tabla, transcurridas 18 horas de fermentación el extracto aparente había bajado 10,3 puntos respecto al extracto inicial.

SEGUIMIENTO FERMENTACIÓN	TEMPERATURA	PH	EXTRACTO (°P)	COLOR (EBC)	Nº CELULAS	VIABILIDAD
DIA 0 - 15:00	36	5,12	14,4			
DIA 1 - 9:00	40	3,91	4,1	14,4		
DIA 1 - 13:00	40	3,91	3		66·10 ⁶	96
DIA 1 - 16:00	39,3	3,91	2,8			
DIA 2 - 9:00	35,5	4	2,4		71·10 ⁶	94
DIA 3	13,3	4,03	2,4		23·10 ⁶	85



Gráfica 3. Seguimiento de fermentación de levadura Kveik

A los tres días el extracto fue continuo y llegó a la atenuación final. La viabilidad, como el recuento de la levadura bajaron, por lo que se dio por finalizada la etapa de fermentación y se tomó la decisión de bajar la temperatura a 16°C (no se pudo bajar más por las incidencias que pudieran afectar a los tanques cercanos de los compañeros) en este punto se realizó una purga para eliminar parte de levadura decantada.

Al cuarto día se volvió a bajar la temperatura hasta alcanzar el intervalo de temperatura de guarda, 1-2°C.

Una vez finalizada la fermentación, la maduración es el periodo durante el cual la cerveza sufre un reposo prolongado en frío con la finalidad de lograr la estabilidad organoléptica final y la clarificación natural de la cerveza mediante un proceso físico de separación y precipitación de las

aglomeraciones proteínas residuales de la malta y el lúpulo.

La guarda fue de 12 días a 0°C para que la cerveza se estabilizase. Se tomó la decisión de no filtrarla, debido a que se obtuvo una buena clarificación en guarda, además de que el estilo lo permite.

A continuación, se muestran los valores físico-químicos de guarda

Ítem	Parámetros	Ud.	Resultado
1	pH	pH	4,03
2	Color	EBC	10,8
3	Amargo	IBU	23
4	FAN	mg/l	288
5	Alcohol	%	5,84
6	E original	%	13,1
7	Recuento 10 ⁶ cel/ml	10 ⁶ cel/ml	22
9	Viabilidad	%	57

Tabla 7. Valores físico-químicos de guarda

Prellenado

Una vez dada por finalizada la guarda, se dispuso hacer el trasiego de la cerveza al tanque BBT (Bright Beer Tank), donde se ajustó el CO₂ deseado y se metió en la cámara frigorífica durante unas horas para que la cerveza se estabilizarse.

Envasado

Desde el BBT se realizó el envasado en botellas de 33 cl mediante una llenadora Heiner. Leicht GmbH&Co neumática con una única cánula. El cerrado de las botellas se realizó con una cerradora manual y tapón corona de 26 mm. Para evitar problemas de contaminación, las botellas fueron esterilizadas previamente y los tapones se introdujeron en un baño con un limpiador higiénico con oxígeno activo.

Se llevaron a cabo análisis de compuestos volátiles en Cerveza final. Estas determinaciones fueron realizadas por el departamento de Cromatografía de Gases del

Ítem	Parámetros	Ud.	Resultados
1	pH	pH	4,03
2	Color	EBC	10,8
3	Amargo	IBU	23
4	FAN	mg/l	98,2
5	Alcohol	% v/v	5,84
6	E original	% w/w	13,1
7	carbónico	g/l	6,76
8	Espuma	seg	293
9	O ₂	g/l	0,1
10	Diacetilo	ppb	8,29
11	pentanodiona	ppb	4,66
12	DMS	ppb	40,6
13	Acetaldehído	ppm	0,53
14	Acetato de Etilo	ppm	9,17
15	Acetato de Isoamilo	ppm	0,44
16	Caproato de Etilo	ppb	59,1
17	Totales de alcoholes superiores	ppm	132

Tabla 8. Resultados de los análisis realizados a cerveza final.

Laboratorio de Heineken en su fábrica de Madrid: DMS, Acetaldehído, acetato de etilo, acetato de isoamílico, caproato de etilo, total de alcoholes superiores.

Al haber realizado una fermentación a mayor temperatura, se puede esperar mayores subproductos de la fermentación, pudiendo dar lugar a una cerveza muy marcada por los alcoholes superiores o los ésteres

Tal y como se aprecia en la tabla 8, los parámetros de alcoholes superiores y esterés se encuentra en el umbral correcto, sin estar incrementados por la temperatura de fermentación.

Por lo que, se ha reducido tanto el tiempo de fermentación como de guarda, consiguiendo un producto sin off-flavors.

Hoja de presentación de diseño de receta para la elaboración de una cerveza Saison con levadura Kveik



— OFFSIDE —

FAZENDA SAISON KVEIK 60L

	TEÓRICO	REAL
OG	1056 (14°P)	1057'6 (14'4°P)
SG	1008 (2°P)	1009'6 (2'4°P)
IBU	30 IBU	23 IBU
Color	12 EBC	11 EBC

Envasada sin filtrar

AGUA DE MACERACIÓN

Ratio agua/malta	3:1
Volumen total	36L
Tª empaste	55°C

MALTAS

Tipo de malta	%	Kg Utilizados	% Rto tc	Color
Bohemian Pils	55	6'6	82'5	4'5
Munich Tipo I	10	1'2	81'9	15
Tritordeum	30	3'6	84	3'64
Carabelge	5	0'6	81	30

AJUSTES MACERACIÓN

pH Inicial	5'56
Ácido fosfórico	19g
ClCa	7'2g
pH Ajustado	5'3



FILTRACIÓN FILTRO PRENSA

	20'1°P
1er Mosto	pH 5'33
30L	19'8°P
45L	16'5°P
50L	15'3°P
60L	12'8°P
	pH 5'43
Últimas aguas	5'4°P
Aguas de lavado	40L

EBULLICIÓN Y WHIRLPOOL

Tiempo: 75min Adiciones de lúpulo: 5

Tipo	α-acidos	% Utilización	Tiempo (e+w)	Cantidad (g)
Aurora	8	0'24	75	80
Saaz	4'4	0'19	35	80
Saaz	4'4	0'11	15	39

Volumen pre-ebullición 60L (12'8°P / pH 5'43)
 Ajuste de PH con 11g de H3PO4 5'16
 Volumen mosto frío 57L (14'4°P / pH 5'13)
 Mermas de trub 1'7L

LEVADURA

Tipo Levadura Voss Kveik Lallemand
 Cantidad de levadura inoculada 44g
 Tª inoculación 35,8°C
 Sulfato de zinc 0,14 g

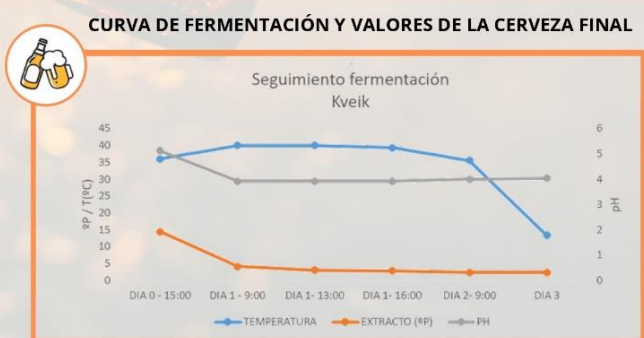


Ilustración 1. Hoja de receta para elaboración de cerveza Saison con Levadura Kveik

EVALUACIÓN SENSORIAL

Una vez obtenida la cerveza final Saison con levadura Kveik, se realizó una evaluación sensorial para comprobar la ausencia de off flavors y el perfil organoléptico dado por la levadura en estudio.

Además de buscar defectos en la cerveza, se ha querido mostrar mediante un diagrama de araña diferentes cualidades de la cerveza, valorándolas del 0 al 5 según se percibe en el producto, siendo 5 el nivel superior de percepción. El resultado es la media entre los integrantes del proyecto.

Tal y como, se aprecia en la figura 8, el análisis sensorial se asemeja al perfil buscado, ya que el estilo Saison presenta similitudes a la cerveza presentada. Destacando las notas especiadas y florales, y, sobre todo, las notas cítricas.

Además, se han detectado algunas notas sulfhídricas, relacionadas también con la frescura de la cerveza, ya que ha tenido poco proceso de maduración. En boca también se aprecian algunas notas agrias, relacionadas con el estilo de cerveza.

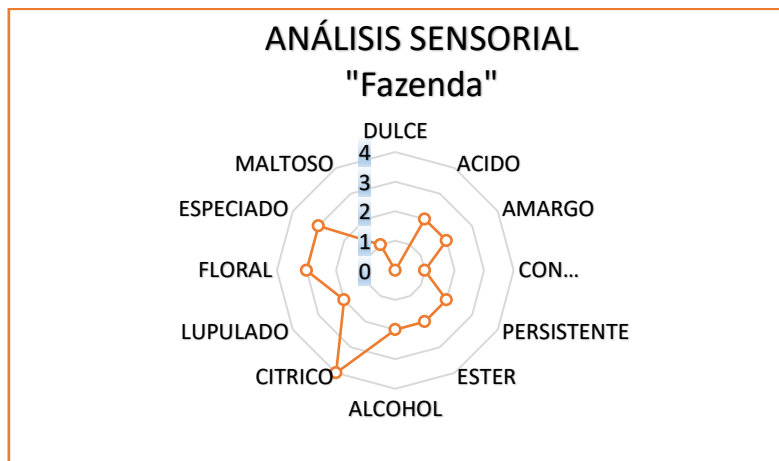


Figura 8. Análisis sensorial

ETIQUETADO

El nombre elegido por los miembros del grupo de proyecto fue Fazenda.

El nombre de Fazenda significa granja en portugués, haciendo relación al origen de levadura *kveik* granjas noruegas y al estilo Saison original de las granjas belgas, teniendo un guiño hacia la compañera de proyecto Elisabeth, quien habla portugués. Se ha querido seguir un diseño más tradicional, sin muchos colores añadidos.

La parte central de la etiqueta muestra una botella de cerveza, con lúpulo y malta alrededor y el equipo de elaboración al fondo. A la izquierda, se comenta brevemente la característica principal del producto y el motivo que lo hace distinto de otras cervezas de estilo saison, el objetivo es romper las normas, por lo cual, se pregunta al consumidor si se atreve a romper con lo establecido. Además, para aquellos curiosos de la cultura relacionada con la levadura *kveik*, se adjunta un anillo recolector de este tipo de levadura. A la derecha, se muestra el logo, insignia de la marca, así como los datos correspondientes del producto conforme a la legislación.



Figura 9. Etiqueta del producto

PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

El vaso de servicio empleado para las cervezas Saison es el vaso de tulipán, característico de los estilos belgas. La forma es ideal para apreciar todos los matices en cervezas aromáticas.



Temperatura de servicio

Las cervezas del estilo Saison deben servirse a una temperatura entre 7 y 12°C para apreciar mejor los aromas.



Figura 10 Presentación del producto

CONCLUSIONES:

Tras las pruebas realizadas a escala laboratorio y planta piloto se puede determinar que la elaboración de cerveza con levadura Kveik:

1. Se ha reducido tanto el tiempo de fermentación como de guarda, consiguiendo un producto sin off-flavour.
2. La levadura Voss es óptima para recetas de cerveza saison, cumpliendo con las expectativas organolépticas planteadas por este estilo de cerveza.
3. Sin necesidad de añadir más cantidad de lúpulo aromático, se ha conseguido un perfil correcto, con aromas cítricos y a cáscara de naranja.
4. El pH final de la cerveza ha quedado algo por debajo en comparación con las fermentaciones con levadura Ale, sin embargo, no se percibe como un defecto en este estilo de cerveza.
5. Se puede concluir que se pueden abaratar los costes de producción asociados con el tiempo en bodega y la cantidad de lúpulo a añadir.

Además, quedan abiertas otras vías de estudio:

1. La temperatura de fermentación afecta a la cinética de las levaduras kveik, por lo que si se llevara a cabo fermentaciones con esta levadura se deberían hacer pruebas preliminares para encontrar el punto óptimo de trabajo según el perfil organoléptico que se quiera conseguir.

2. Se deben estudiar otros cultivos de estas levaduras para llevar a cabo recetas con otros perfiles.
3. A pesar de que en este proyecto no se ha querido realizar Dry-Hopping para poder establecer el perfil organoléptico proporcionado por la levadura, sería interesante analizar la interacción de la levadura y el lúpulo a estas temperaturas, para la extracción de aceites esenciales del lúpulo durante el high-krausen y tras la fermentación.

BIBLIOGRAFIA

Carmen Alcaraz Sanz (2020). Loopulo: Saison, un estilo de cerveza granjero y de temporada. Recuperado de: <https://loopulo.com/estilos-de-cerveza/saison-cerveza-granjera-temporada/>

La buena cheve (2018). Desde Bélgica para el mundo - La cerveza Saison. Recuperado de: <https://labuenacheve.com/blog/que-es-una-cerveza-saison/>

The Beer Times (2019). Saison, la cerveza de la clase trabajadora. Recuperado de: <https://www.thebeertimes.com/saison-la-cerveza-de-la-clase-trabajadora/>

Bullen Claire (2019) A Fire Being Kindled — The Revolutionary Story of Kveik, Norway's Extraordinary farmhouse yeast. <https://www.goodbeerhunting.com/blog>

Burini, J., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., & Libkind, D. (2020). Non-conventional yeasts as tools for innovation and differentiation in brewing.

Gallone, B., Steensels, J., Prah, T., Soriaga, L., Saels, V., Herrera-Malaver, B., et al. (2016). Domestication and divergence of *Saccharomyces cerevisiae* beer yeasts. *Cell* 166, 1397.e16–1410.e16. doi: 10.1016/j.cell.2016.08.020

Garshol, L. M. (2016). Analysis of farmhouse yeast (kveik). Available online at: <http://www.garshol.priv.no/blog/349.html>

Garshol, L.M. (2014). *Brewing with Kveik*. Available online at: <http://www.garshol.priv.no/blog/291.html>.

Garshol, L. M. (2020). *Historical Brewing Techniques: The Lost Art of Farmhouse Brewing*. Brewers Publications.

Preiss, R., & Netto, I. (2019, November). How low can you go: Impact of inoculation rate on Norwegian kveik yeast fermentation. In *2019 Master Brewers Conference*. MBAA.

Loviso, C. L., & Libkind, D. (2018). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres. *Revista argentina de microbiología*, 50(4), 436-446.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las entidades que han hecho posible este trabajo: ESCYM, AETCM, UAH y demás empresas colaboradoras.

Agradecer a Ana García Martí, Esther Santalla, Marta García, Lola Jarandilla, Felisa Bartolomé, Elena Roche y Juan Galván por su ayuda y orientación para poder llevar a cabo este proyecto. También a todo el equipo docente por sus conocimientos y experiencia transmitidos durante el curso para poder plasmarlos y aplicarlos en este trabajo.

A nuestros padres y a la compañía cervecera Cuca, por apostar por nuestra formación y ayudarnos a afrontar este reto, que tanto nos ha brindado.

Agradecer al departamento de análisis y laboratorio de Heineken Madrid liderados por Enrique Loeches por la ayuda en la realización de los análisis necesarios.

Gracias también a nuestros compañeros, porque, aunque nos ha tocado vivir las clases online y compartir alguna cerveza por zoom, os hemos sentido siempre cerca. Cada uno de vosotros ha aportado su granito de arena para este proyecto. Siempre os vamos a tener presente, han sido muchos momentos de risas y esperamos que esto sea solo el comienzo de una bonita amistad cervecera.

Cuando las cosas se ponen negras, nosotros fermentamos a 40C. Decía Mary Lou Cook que “*la creatividad es inventar, experimentar, crecer, correr riesgos, romper las reglas, equivocarse y divertirse*”. Así que gracias a todos los que nos habéis permitido ser creativos, porque hemos experimentado, hemos inventado, nos hemos equivocado y nos hemos divertido, hemos tomado riesgos y hemos querido romper con algunas reglas, pero, sobre todo, hemos crecido como cerveceros. Sin cada uno de los aquí mencionados, esto no hubiera sido posible.