

FABRICACIÓN DE CERVEZA A PARTIR DE CEBADA SIN MALTEAR Y ADJUNTOS

ESTHER SANTALLA *, JORGE M. ENCINAS *,
ANTONIO MÁLAGA *, SANTIAGO ESPAÑA *

ALUMNOS DE LA XLV PROMOCIÓN DEL MÁSTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA CERVECERA QUE SE IMPARTE EN LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES CONJUNTAMENTE CON LA ESCUELA SUPERIOR DE CERVEZA Y MALTA (ESCEMA-FBD-AETCM). ESTE TRABAJO FORMA PARTE DEL PROYECTO FIN DE CURSO TUTORIZADO POR EL PROFESOR DE TECNOLOGÍA CERVECERA Y MAQUINARIA, DON CARLOS ROUCO.

RESUMEN

El proceso de malteado proporciona a la cebada un mayor contenido de sustancias solubles y un mayor desarrollo de la actividad enzimática que favorecerá posteriormente en la maceración la conversión de sustancias no solubles. El objetivo de este proyecto consistió en la sustitución de malta por cebada mediante el empleo de un paquete enzimático y verificación si el proceso de obtención de mosto y cerveza era factible. Los resultados obtenidos demuestran que éste además de viable es satisfactorio.

Palabras Clave: Cerveza, cebada, enzimas.

SUMMARY

The process of malting barley provides a higher content of soluble substances and a higher development of the enzymatic activity that will promote the conversion of insoluble substances in mashing. The target of this project was to replace the malt by barley with the help of an enzymatic pull and then produce beer with the same attributes as a standard beer. The results obtained were acceptable and showed that the process is feasible.

Keywords: Beer, barley, enzyme.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a los avances tecnológicos en el uso de enzimas en la industria alimentaria, concretamente en la industria cervecera, y teniendo en cuenta que la tendencia de las principales cerveceras del mundo es la fabricación de mostos de alta densidad (HGB) y la utilización prácticamente mayoritaria de adjuntos, surge la inquietud de sustituir la malta por cebada en la elaboración de cerveza.

Además, este cambio supone una innovación y una gran ventaja para el cervecero al quitar la operación del malteado en el proceso productivo, lo que permite una mejora económica, disminución de la huella de carbono en el medio ambiente y la aplicación de nuevas alternativas tecnológicas.

Estudios previos de fabricación de cervezas 100 % cebada y un paquete enzimático (Ondea® Pro) en comparación con cervezas 100 % malta nos animan a realizar este experimento, debido a que los resultados obtenidos abren una nueva expectativa tecnológica.

Más concretamente, se puede decir que los objetivos de este proyecto son:

1. Fabricación de dos mostos HGB: uno con malta más adjuntos y otro con cebada sin maltear más adjuntos siguiendo la composición de la Tabla 1.

Malta + Adjuntos	Cebada + Adjuntos
70% Malta + β -glucanasa	70% Cebada + Paquete enzimático
30% Adjuntos + 20% Malta	30% Adjuntos + α -amilasa

Tabla 1. Composición de las cervezas elaboradas.

2. Análisis de la composición del primer mosto y producto final.
3. Análisis del comportamiento de la levadura.
4. Valoración sensorial del producto final.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación describiremos las materias primas utilizadas, el diagrama de bloques, las instalaciones con las que se fabricó la cerveza, y comentaremos exactamente como ha discurrido nuestro proceso.

2.1. MATERIAS PRIMAS

Las materias primas utilizadas fueron; agua de la red de distribución de TECNOALCALÁ, cebada sin maltear de

dos carreras variedad Pewter, griz de maíz, lúpulo en pellets variedad Nugget y levadura cervecera.

Como coadyuvantes se utilizaron, α -amilasa externa de LIBSA, β -glucanasa de LIBSA, cloruro de calcio, sulfato de zinc, ácido fosfórico, jarabe de malta, isoextractos de lúpulo, metabisulfito potásico, gel de sílice y PVPP (polivinilpolipirrolidona), habituales en cualquier proceso productivo de cerveza a partir de malta y adjuntos.

Por último, y debido al cambio de malta por cebada, se utilizó el paquete enzimático Ondea® Pro de NOVOZYMES del que se muestra su composición en la Figura 1.

Ondea® Pro	
Valid from	2010-05-26
Product Characteristics:	
Declared enzyme	Pullulanase
Declared activity	637 PUN/g
Other activities	Alpha-amylase Cellulase Xylanase (endo 1,4-) Protease (neutral) Lipase

Figura 1. Composición del paquete enzimático Ondea® Pro (Novozymes).

2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

A continuación, en la Figura 2 se muestra el diagrama de bloques seguido en el proceso productivo.

2.3. INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la planta piloto con una capacidad instalada de 20/25 Hl. de cerveza por

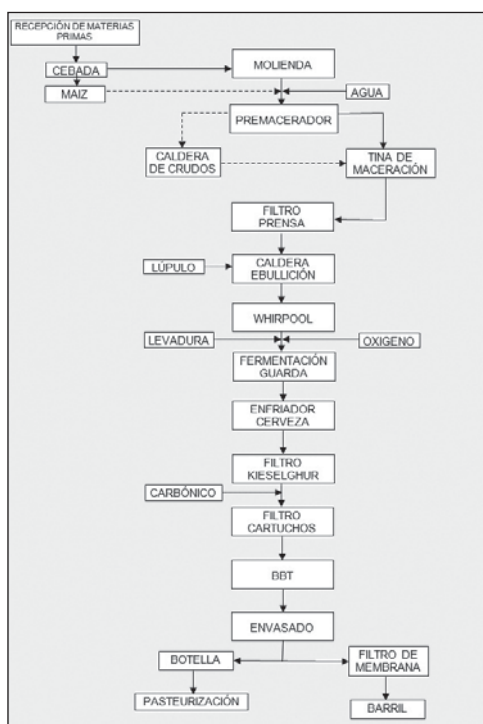


Figura 2. Diagrama de bloques.

lote de fabricación que la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta AETCM dispone en el Parque Científico y Tecnológico de la Universidad de Alcalá de Henares TECNOALCALÁ a disposición de la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCEMA).

MOLIENDA

La planta piloto dispone de dos sistemas de molienda y filtración.



Foto 1. Molino de martillos Rosa VR1. Planta Piloto AETCM.

Dado que la materia prima utilizada es cebada sin maltear y por tanto menos accesible para el ataque enzimático, en este caso se optó por utilizar el molino de martillos (Rosal VR15) y el filtro prensa de membrana. Así mediante la acción mecánica sobre los gránulos de almidón se consigue obtener una molienda lo más fina posible.

BRACEADO/MACERACIÓN

Previo al braceado y puesto que las instalaciones lo permitían, el empaste se realizó en un pre-macerador automático horizontal LANDALUCE® a 75°C.

A continuación, el método de maceración seleccionado en ambos casos fue mixto con adición de enzimas externas tanto en caldera de crudos como en tina de maceración. En el caso de la prueba testigo (malta) se realizó aporte de caldera de maceración a caldera de crudos, en cambio, en el caso de la cebada sin maltear y adjuntos, puesto que la cebada es sin maltear y por tanto carece de poder enzimático, no se realizó ningún aporte de la caldera de maceración a la caldera de crudos para favorecer la licuefacción del almidón de maíz. Por otro lado y de forma característica, el proceso de maceración comienza



Foto 2. Pre-macerador automático horizontal LANDALUCE. Planta Piloto AETCM.

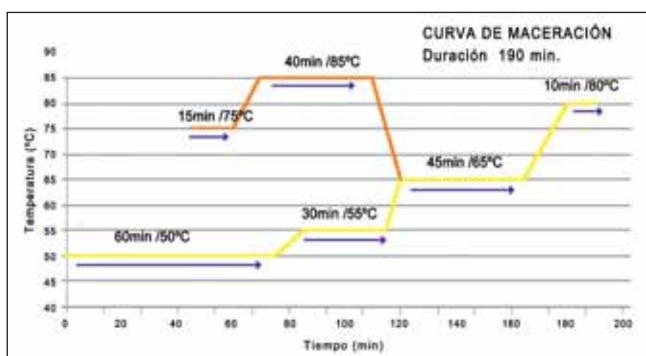


Figura 3. Curva de maceración.

antes que el de crudos siguiendo el diagrama de la Figura 3.

La caldera de crudos, con 3,2 l/kg agua y maíz, 0,35g/kg de α -amilasa externa y cloruro cálcico para favorecer la acción enzimática, se pre-empastó a 75°C y se calentó a 85°C con un reposo de 40 minutos para una buena gelatinización del almidón sin necesidad de corregir el pH.

En la tina de maceración, se adicionó 3,1 l/kg de agua y cebada, el paquete enzimático Ondea® Pro a razón de 2g/kg como dosis recomendada por el fabricante y cloruro cálcico.

En el caso de la prueba testigo de malta y adjuntos se adicionó en este punto 0,25 g/kg β -glucanasas.

Para compensar el menor contenido nitrogenado asimilable por la levadura debido a la ausencia del malteado se decidió mantener la mezcla elevado tiempo a temperatura de proteólisis, 60 minutos a 50°C y 30 minutos a 55°C, con la finalidad de obtener el mayor contenido en FAN posible para asegurar el crecimiento de la levadura (≥ 150 mg/l).

Posteriormente y tras el trasiego de crudos a maceración, debido a la falta de β -amilasas en la materia prima utilizada (cebada) y en el paquete enzimático, se mantuvo 45 minutos a 65°C para conseguir la conversión necesaria que per-



Foto 3. Vista general de calderas en sala de cocimiento. Planta Piloto AETCM.

mitió alcanzar la atenuación deseada del 84-85% en fermentación. Según la prueba del yodo, la sacarificación en este punto no fue completa dando una leve coloración violeta previsible según el fabricante.

Por último se elevó la temperatura a 80°C durante 10 minutos para disminuir la viscosidad de la mezcla y favorecer la filtración del mosto.

FILTRACIÓN DEL MOSTO

Para la filtración y como consecuencia de la molienda seleccionada, se utilizó un filtro prensa de membrana LANDALUCE® LAMBDA-M totalmente automatizado. Se filtraron 15,4 HI de primer mosto sin ninguna dificultad adicional por el cambio de materia prima.



Foto 4a. Filtro prensa de membrana LANDALUCE LAMBDA-M. Planta Piloto AETCM.



Foto 4b. Detalle de placa filtrante filtro prensa de membrana LANDA-LUCE LAMBDA-M. Planta Piloto AETCM.

CALDERA DE EBULLICIÓN

Una vez extraído el mosto, se pasó a la caldera de ebullición calentada con vapor por camisas externas en fondo y virola y recirculación por bombeo con “sombbrero chino”. El tiempo de ebullición fue de 80 minutos y la evaporación del 5%. La adición del lúpulo se realizó al principio en mono-dosis y se corrigió el pH con ácido fosfórico. Se pudo observar una buena coagulación en caldera.

CLARIFICACIÓN Y ENFRIAMIENTO

Para la clarificación del mosto caliente se utilizó un tanque de remolino o Whirlpool donde se adicionó sulfato de zinc para favorecer el crecimiento de la levadura. Se



Foto 5. Whirlpool. Planta Piloto AETCM.

observó que la torta de sustancias coaguladas presentaba un aspecto normal comparado con la de un mosto realizado a partir de malta y adjuntos. Posteriormente se enfrió a 10°C en un enfriador de placas de doble etapa y se adicionó oxígeno clínico a razón de 1-2 ml/Hl.

FERMENTACIÓN Y GUARDA

La fermentación se realizó en unos tanques cilindro-cónicos con camisas de enfriamiento, válvula de purga y sonda de temperatura. La siembra de levadura, de consistencia del 52% y adaptada a fermentar en HGB, se realizó en la línea del mosto a razón de 1 kg/Hl.

La curva de fermentación utilizada en el proceso y representada en la Figura 5 se divide en varias etapas: 72 h a 10 °C, aumento a 17°C, reposo hasta reducción del diacetilo (≤ 100 ppb) y enfriamiento a -1 °C.



Foto 6. Tanques de Fermentación cilindro-cónicos. Planta Piloto AETCM.

FILTRACIÓN

Al trasegar de guarda a filtración con un sistema automático en línea, se realizó el blending para conseguir el extracto de cerveza final deseado (12°P).

La filtración se realizó con un filtro horizontal de platos de kieselghur (BREW-TECH DCBL100/S). La primera precapa se realizó con Hyflo, la segunda precapa y la dosificación durante la filtración con mezcla al 50% de CBR/CBL.

Durante la filtración no se observó prácticamente ningún incremento de presión diferencial destacable, se realizó



Foto 7. Filtro horizontal de platos de kieselguhr (BREW-TECH DCBL100/S). Planta Piloto AETCM.

a una velocidad constante y no presentó ninguna dificultad. La cerveza obtenida mostraba una turbidez <0.5 EBC. En esta etapa, se adicionó en línea; antioxidantes (metabisulfito), estabilizantes (PVPP, silicagel), color (jarabe de malta), isoextractos de lúpulo y CO₂ dentro de los estándares deseados semejantes a los de la elaboración de la prueba testigo de malta y adjuntos.

ENVASADO

Se envasaron aproximadamente 1000 botellas de 25 cl con un conjunto monoblock de enjuagadora, llenadora, taponadora (DIREMA 3003 BIER) y 6 barriles de 50 l en una lavadora-llenadora (KHS KEG-BOY).



Foto 8. Lavadora-llenadora (KHS KEG-BOY). Planta Piloto AETCM.

Para pasteurizar las botellas se utilizó un Pasteurizador túnel NIKO 095 aplicando 22 UP.

LABORATORIOS

Para todos los análisis realizados se utilizó el equipamiento y recursos del laboratorio de la planta piloto de la AETCM; y para los análisis complementarios, los laboratorios de control de calidad del grupo Mahou-San Miguel, Heineken España y en el Laboratorio Central del Grupo Damm.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tanto en la cerveza testigo elaborada con malta y adjuntos como en la cerveza elaborada con cebada sin maltear y adjuntos.

MOLIENDA

Los datos obtenidos se muestran en la Figura 4. Como se puede observar, en ambos casos la molienda es ultrafina. En la prueba testigo de malta el porcentaje de harina fina es mayor que el de sémolas y en la prueba de cebada lo contrario. Esto es debido a la mayor friabilidad de la malta frente a la cebada.

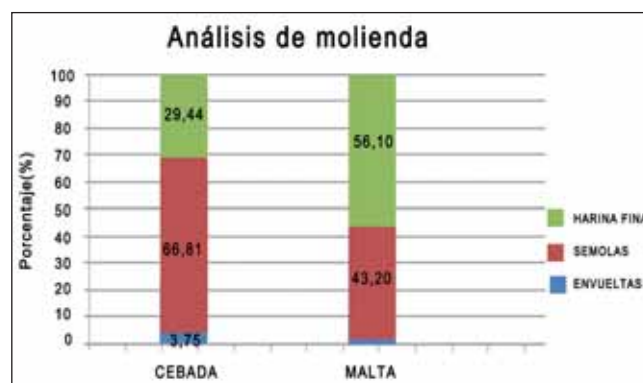


Figura 4. Análisis de molienda.

ANÁLISIS DEL MOSTO FRÍO

De los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 2, el dato que más se aleja de la prueba testigo es el FAN, que tiene un valor muy bajo incluso con el proceso de maceración seleccionado. Este dato, puede tener posibles repercusiones en el proceso fermentativo.

	Malta	Cebada
ESP (°P)	17.38	17.21
Amargor (BU)	43.2	40.7
pH	5.19	5.25
Color (EBC)	8.9	6.7
N ₂ Total (ppm)	1367	1141
N ₂ Coagulable (ppm)	6.6	5.5
FAN (mg/l)	279	185
Polifenoles (mg/l)	232	249

Tabla 2. Análisis de mosto frío.

La coloración en este punto también es menor en la fabricación de cerveza con cebada y adjuntos debido a la falta de tostación de la materia prima (cebada) y al menor porcentaje de Reacción de Maillard por el menor contenido de precursores.

FERMENTACIÓN

A continuación, se adjuntan 5 gráficas (Figura 5, 6, 7, 8 y 9) en las que se comparan las dos cervezas producidas.

Como puede observarse, el proceso de fermentación es bastante similar. La caída de extracto y pH es semejante en ambos casos (Figura 6 y 7).

El punto más destacable, es el dato del diacetilo, cuyos valores se alejan apreciablemente, además de generar dos picos en la prueba de cebada. Como consecuencia, este hecho genera una diferencia en el momento en el

que se inicia la bajada de temperatura y entrada en guarda, ya que en la cerveza testigo producida con malta, el diacetilo ha caído por debajo de 100 ppb mucho antes (Figura 5 y 9).

También hay cierta diferencia en el recuento de levadura, distinguiéndose en la prueba de cebada un valor máximo inferior al de la testigo de malta, así como una bajada de este valor antes de tiempo que coincide con la subida de diacetilo (Figura 8 y 9).

CERVEZA ENVASADA

Los resultados de la cerveza final se muestran a continuación en la Tabla 3. Gran parte de los datos coinciden en ambos casos, lo que indica que el proceso ha sido correcto y se ha obtenido básicamente el producto deseado. Existen algunas diferencias como el diacetilo, no significativo ya que en ambos casos estamos dentro de los rangos habituales.

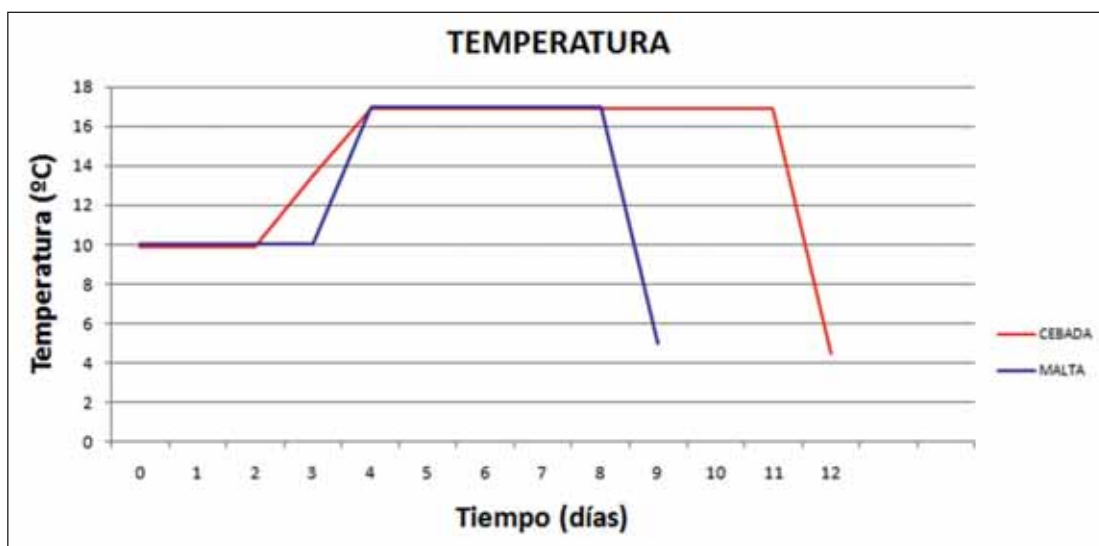


Figura 5. Gráfica tiempo/temperatura.

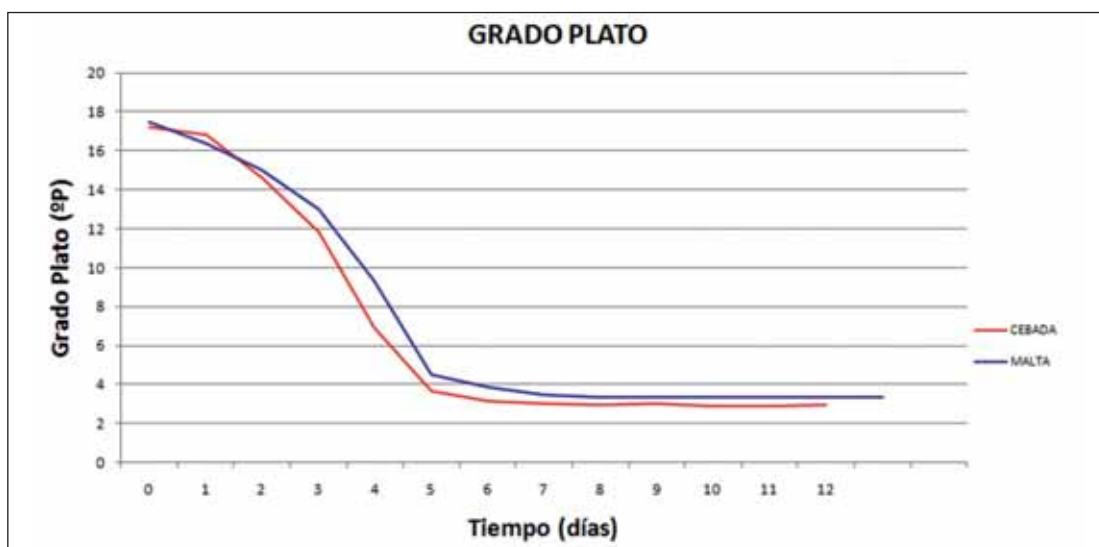


Figura 6. Gráfica tiempo/grado plato.

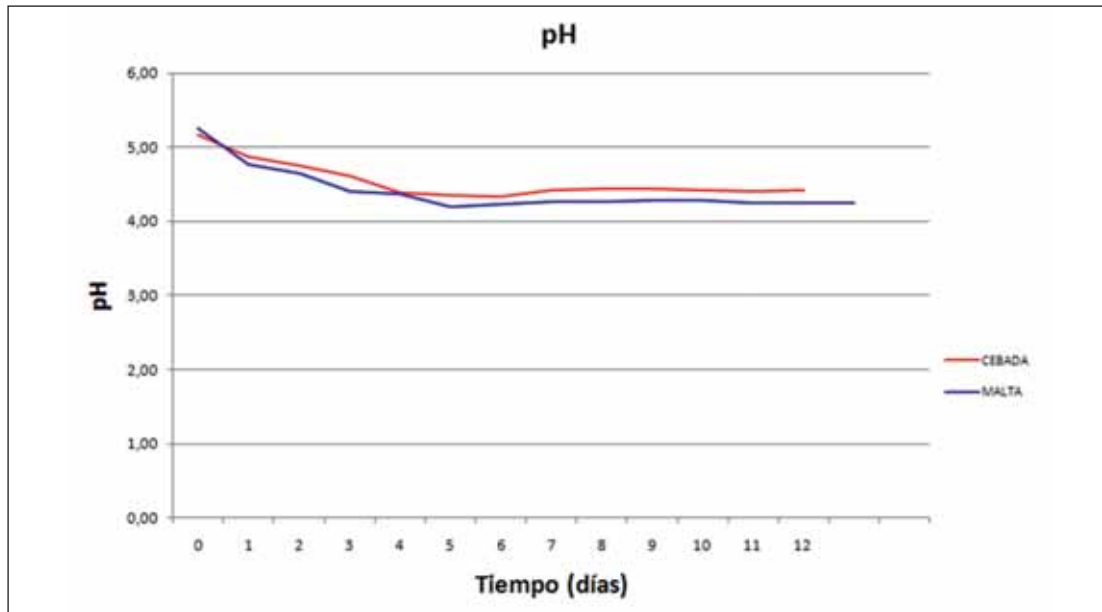


Figura 7. Gráfica tiempo/ph.

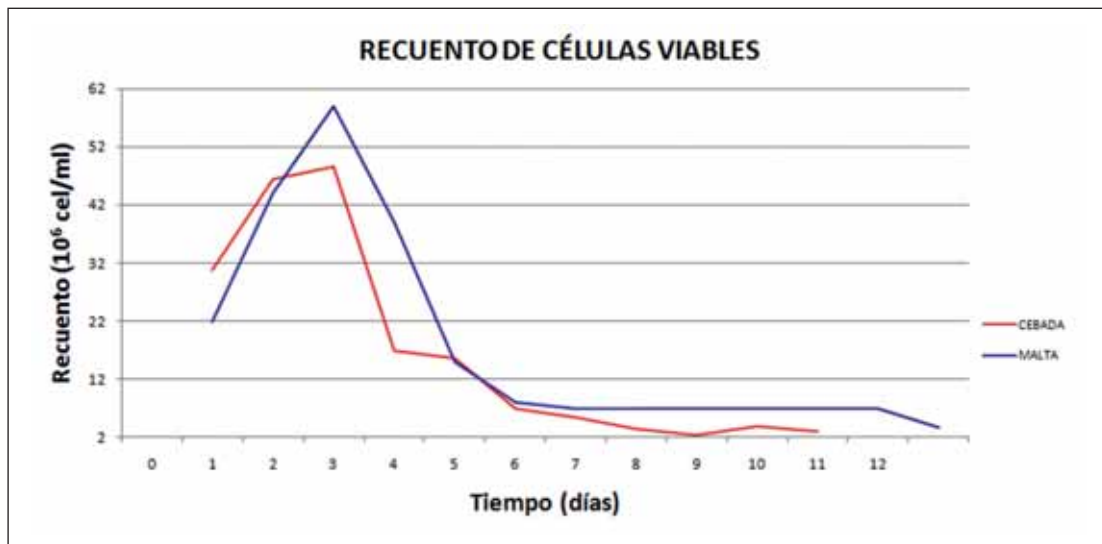


Figura 8. Gráfica tiempo/recuento de células viables de levadura.

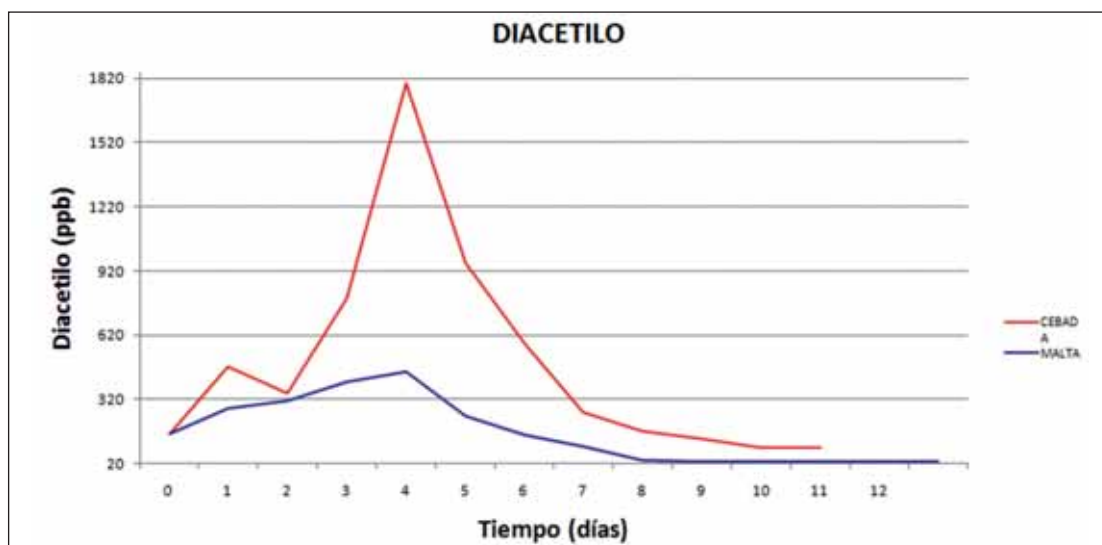


Figura 9. Gráfica tiempo/diacetilo.

ANÁLISIS COMPARATIVOS*

	CEBADA	MALTA
Densidad 20/20	1.00724 gr/ml	1.00833 gr/ml
Alcohol p/p	4.02 % p/p	4.11% p/p
Alcohol v/v	5.12 % v/v	5.24 % v/v
Extracto real	3.70 %	4.01 %
Extracto aparente	1.86 *8	2.14 *8
Extracto primitivo	11.51% p/p	11.98% p/p
Amargos EBC	17 IBU	17 IBU
Color EBC	7.0 EBC	7.9 EBC
Calorías/litro	413.87 Kcal/l.	431.62 Kcal/l.
Extracto límite	1.78	2.1
Atenuación aparente	83.80 %	82.10 %
Atenuación límite	85.3 %	83,40%
pH	4,4	4,3
Turbidez	0.4 EBC	0.5 EBC
Espuma (Nibbem)	275 Uds. Nibem 30	223 Uds. Nibem 30
Sulfuroso	1.1 ppm	2.2 ppm
Carbónico (g/l)	5.1 gr/l	4.6 gr/l
Diacetilo	27.1 ppb	13.7 ppb
Pentanodiona	12.8 ppb	7.1 ppb
Acetaldehído	2.55 ppm	3.10 ppm
Acetato etilo	16.70 ppm	15.43 ppm
Propionato etilo	0.01 ppm	0.00 ppm
Acetato isobutilo	0.02 ppm	0.01 ppm
Butirato etilo	0.07 ppm	0.06 ppm
Acetato isoamilo	1.89 ppm	1.47 ppm
Caproato etilo	0.08 ppm	0.07 ppm
Caprilato etilo	0.06 ppm	0.05 ppm
Caprato de etilo	0.07 ppm	0.10 ppm
Ac. b-feniletanol	0.74 ppm	0.86 ppm
Total ésteres	19.64 ppm	18.05 ppm
Isobutanol	19.13ppm	13.64 ppm
Isoamílicos	81.66 ppm	69.86 ppm
f1-Feniletanol	24.12 ppm	29.43 ppm
Total alcoholes	124.91 ppm	112.93 ppm

*Análisis efectuados en el Laboratorio Central de I+D del Grupo Damm.

Tabla 3. Análisis de cerveza envasada.

Por otro lado, en el caso de la malta los niveles de CO₂ son algo más bajos por una carbonatación insuficiente antes del envasado.

ANÁLISIS SENSORIAL

Los resultados obtenidos para la cerveza de cebada y adjuntos en dos paneles de cata diferentes son los siguientes:

Panel 1.- Puntuación 6,16 sobre 10.

Panel 2.- Puntuación 5,4 sobre 10.

La descripción de las características sensoriales, es de una cerveza bastante esterificada (aromática), equilibrio entre acetato de isoamilo y hexanoato de etilo; ligero aroma a lúpulo y a cereal; poco azufrada; se percibe cierta fragancia alcohólica; ligeramente dulce y amargor equilibrado; Un poco baja de cuerpo y carbonatación (Figura 10).

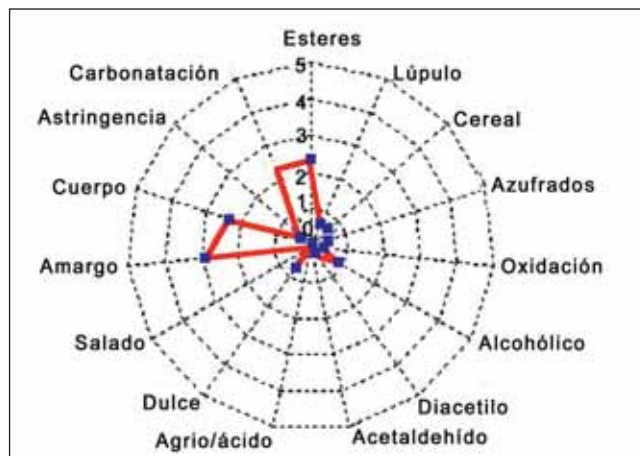


Figura 10. Análisis sensorial de la cerveza de cebada más adjunto.

4. CONCLUSIONES

Como se puede observar por los datos obtenidos tanto analítica como sensorialmente, se ha conseguido obtener una cerveza elaborada en base a cebada sin maltear y adjuntos de características similares a la testigo de malta y además, es estable en el tiempo.

Respecto a la producción del mosto, se observa que no está influida por la utilización de cebada y el paquete enzimático como materias primas. Durante la molienda se obtienen valores dentro de los rangos normales de un molino de martillos y la maceración se realiza adecuadamente. Se ha obtenido una atenuación alta, lo que quiere decir que a este nivel las enzimas actúan correctamente. Por último, la filtrabilidad del mosto es buena permitiendo la obtención de un mosto de alto extracto.

Los datos más relevantes justo antes de entrar en la fermentación y que permiten sacar conclusiones interesantes, son los valores bajos de FAN, que se obtienen en la maceración a pesar del dilatado tiempo a temperatura óptima de proteólisis; así como la baja coloración del mosto, debida a la materia prima utilizada y a las pocas reacciones de Maillard que se dan durante la ebullición.

Durante la fase de fermentación, el proceso fue semejante en ambas cervezas. Los datos más relevantes son los de recuentos de levadura y diacetilo.

La concentración máxima de levadura en el proyecto de cebada es menor que la concentración del testigo de malta, lo que podría estar relacionado con el menor contenido de FAN en el mosto.

La caída del recuento de levaduras coincide con el pico de concentración del diacetilo. Este hecho podría estar relacionado también con el bajo contenido en FAN, lo

que provocaría que las levaduras generaran por sí mismas los componentes necesarios para su reproducción y con ellos, metabolitos secundarios como el diacetilo. Otra posible causa de la subida del diacetilo podría ser la presencia de contaminación microbiológica (pediococos o bacterias lácticas) aunque en este caso queda descartada por los resultados negativos de los controles microbiológicos.

Por último, cabe señalar que sólo se realizó una producción y que sería necesario efectuar más pruebas para confirmar dichos resultados.

5. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar expresar nuestro agradecimiento a la Universidad de Alcalá de Henares y a la Escuela Superior de Cerveza y Malta de la Fundación Benéfico Docente de la AECTM por la posibilidad de realizar este proyecto en prácticas dentro del marco del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera.

A la empresa CARGILL S.L.U., a DACSA Maicerías Españolas S.A., a INTERMALTA S.A, a LIBSA Laboratorio Industrial de Bioquímica S.A, a NOVOZYMES SPAIN S.A. y al Centro de calibrado y selección de cebada para maltería SAZ ANCHUELO, por su colaboración desinteresada en la ejecución de este proyecto. Por último pero no por eso menos importante, a los grupos Cerveceros Grupo Damm, Heineken España S.A. y Grupo Mahou-San Miguel, por su apoyo y contribución al desarrollo de este proyecto.

Estar preparado es importante, saber esperar lo es aún más, pero aprovechar el momento adecuado es la clave de la vida.

Arthur Schnitzler

Sólo hay una cosa en el mundo peor que estar en boca de los demás, y es no estar en boca de nadie.

Oscar Wilde



www.ave-chains.com

AVE
CHAINS & CONVEYOR COMPONENTS

TÜV CERT
DIN EN ISO 9001:2000
Certificado: 01 130 18004

Tirso de Molina, s/nº · Pol. Ind. Almeda 08940 Cornellà de Ll. (Barcelona) · Spain
ave@ave-chains.com · Tel. (+34) 933 774 441 · Fax (+34) 933 776 453