



ESCUELA
SUPERIOR DE
CERVEZA Y
MALTA

desde
1966

30 de septiembre de
2023

CONGRESO CERVECERO
60° ANIVERSARIO AETCM.
Museo Automovilístico y de
la Moda (Málaga)

LA FORMACION DE PROFESIONALES EN EL MUNDO CERVECERO

Felisa Bartolomé Ocete

Ana García Martí

La excelencia del conocimiento y la solidez de la experiencia



**"Somos lo que hacemos día a día.
De modo que la excelencia no es un
acto sino un hábito"**

Aristóteles

LA LABOR DE ESCYM

**Lograr la excelencia técnica de sus alumnos
en el campo cervecero**



La ESCYM lo logra mediante:

La **revisión y actualización** constante de sus contenidos

La **especialización** y evaluación continua de su calidad y de su **cuadro docente**

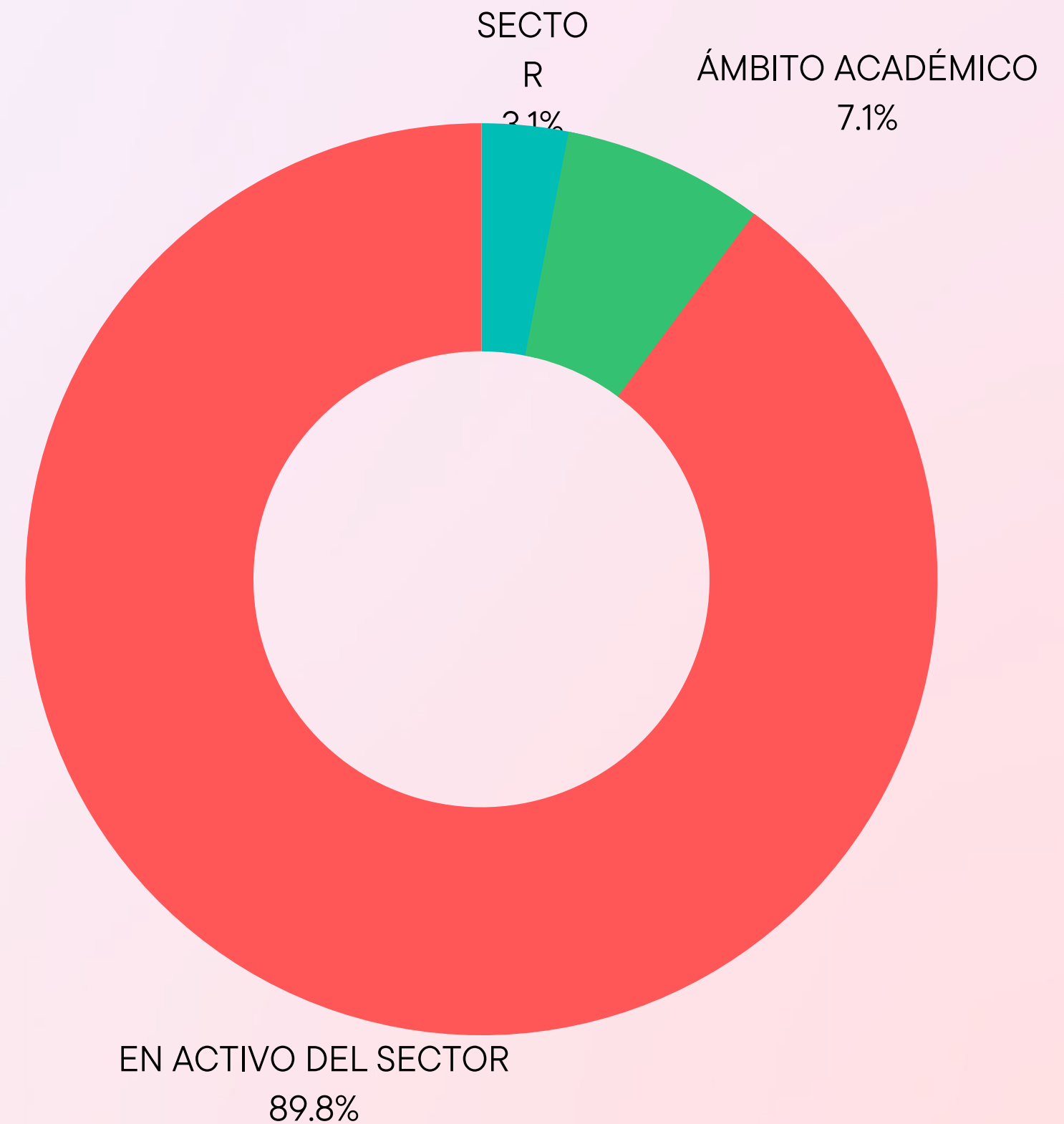
La puesta en **práctica** de lo aprendido

La innovación en el sector mediante **trabajos de investigación** (4-5 anuales)

EL VALOR AÑADIDO DE ESCYM

EL CUADRO DOCENTE
57 profesores

Garantizan un perfecto equilibrio de la formación científica, técnica y práctica de nuestros alumnos

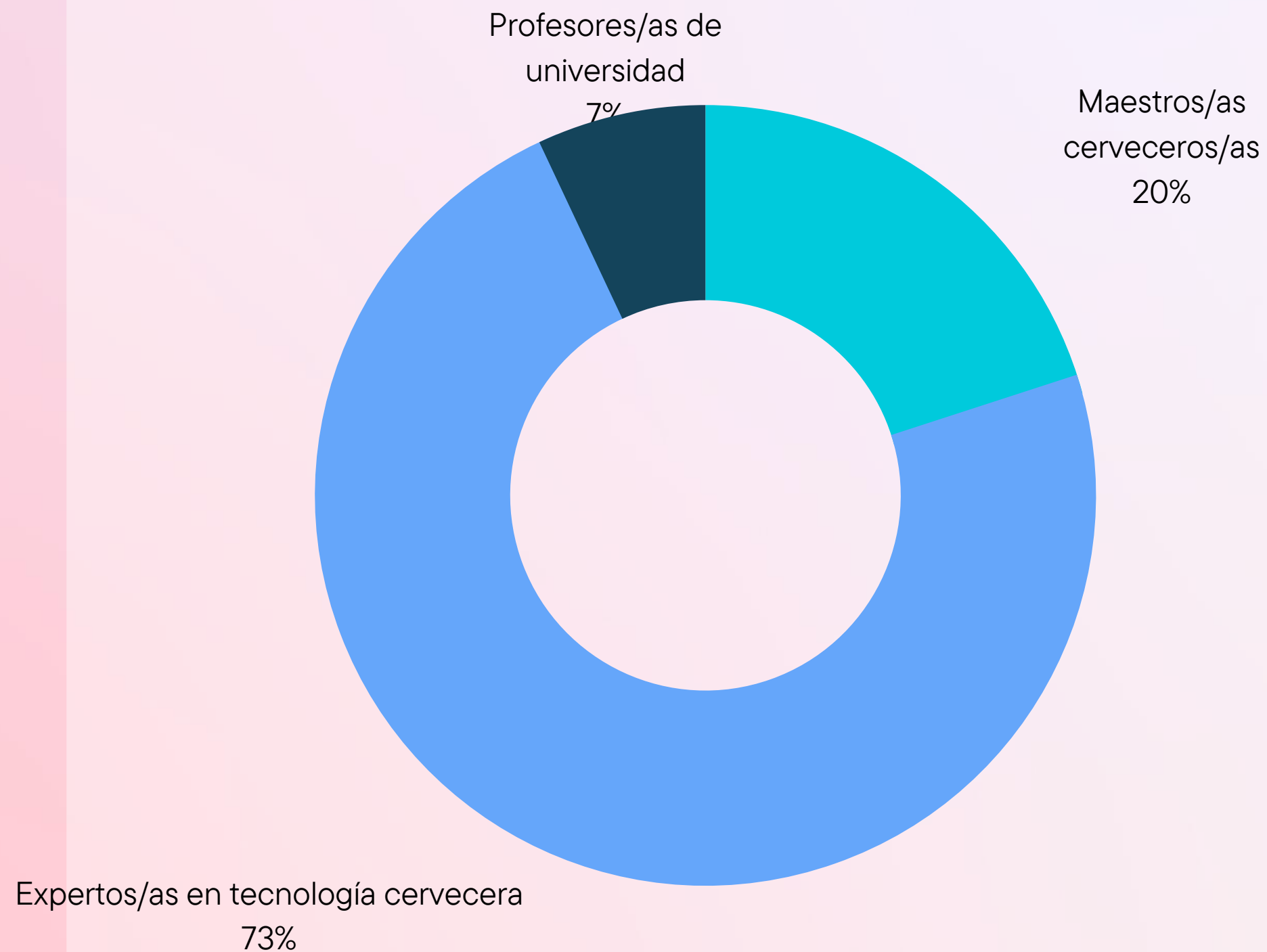


PERFIL DE NUESTRO CUADRO DOCENTE

Maestros/as cerveceros/as de las principales compañías del país (macro y micro)

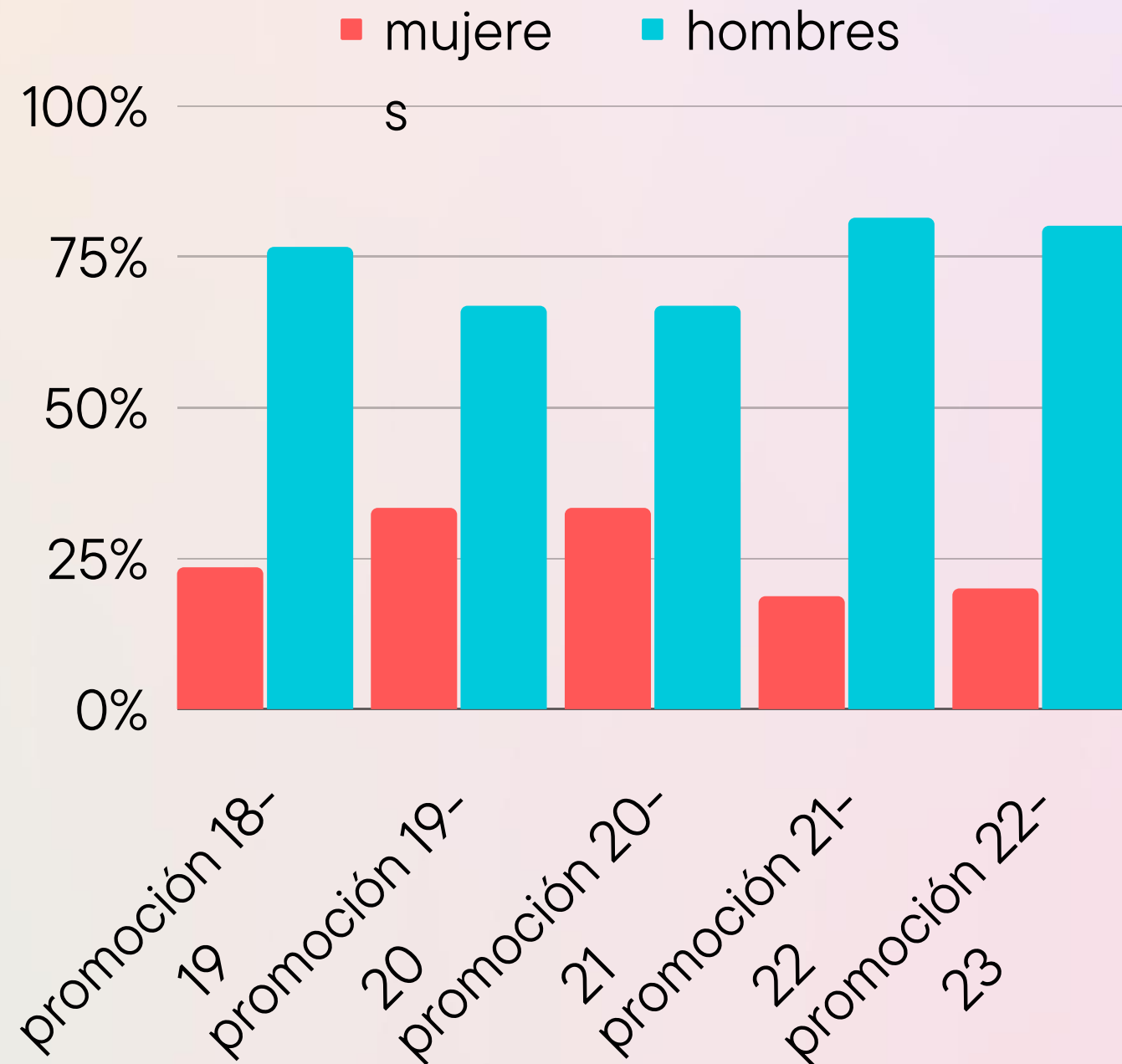
Expertos mundiales en tecnología cervecera

Investigadores, tecnólogos, consultores, profesores de universidad

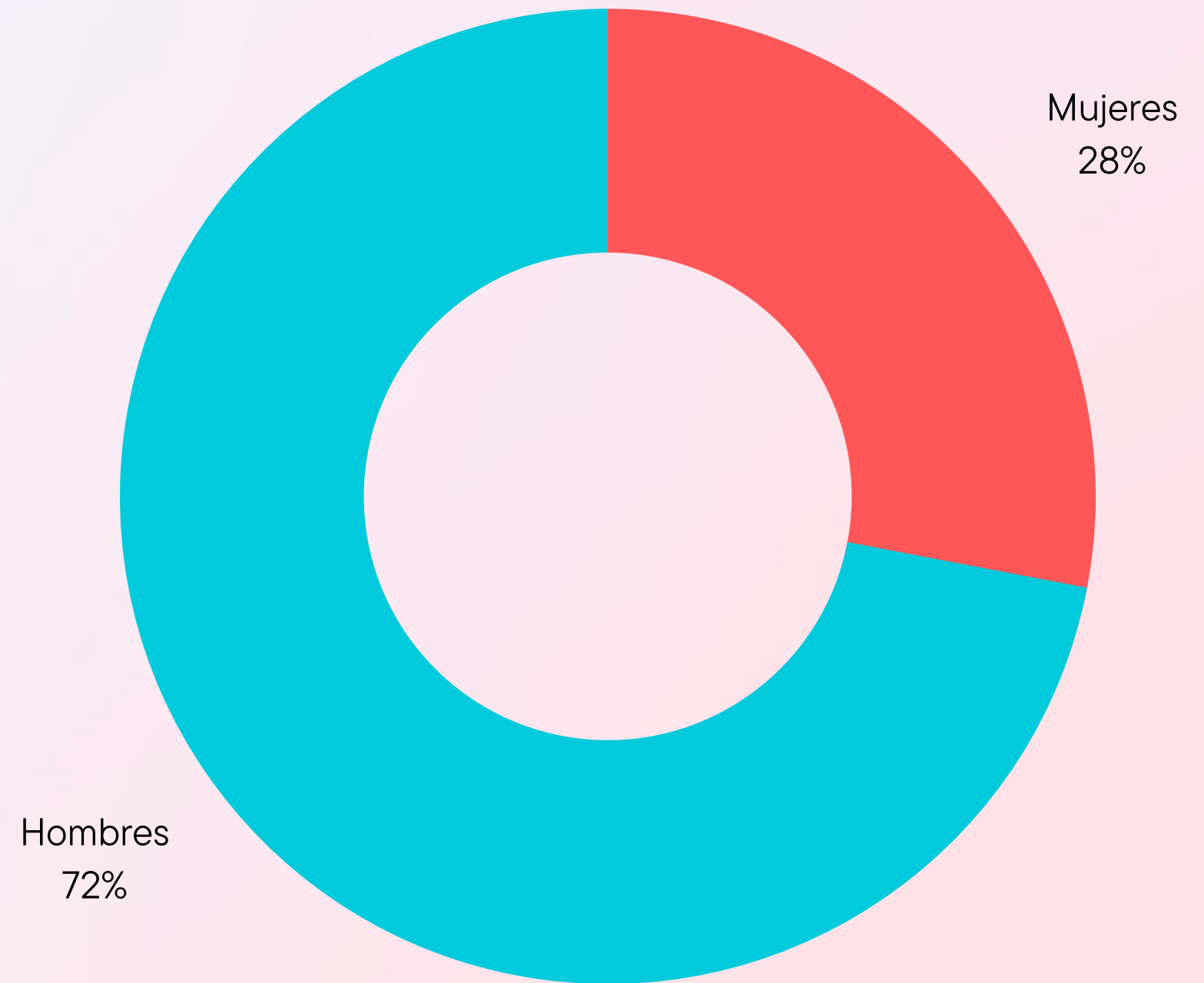


CUOTA DE MUJERES EN ESCYM

Alumnas Máster % mujeres últimas 5 promociones



Cuadro docente % mujeres



EL VALOR AÑADIDO DE ESCYM

LAS INSTALACIONES

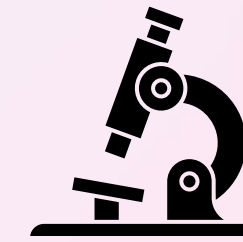
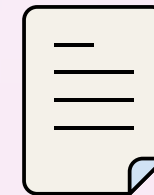
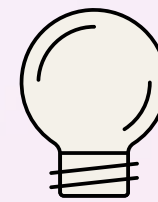
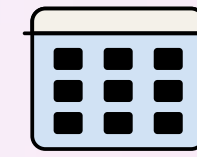
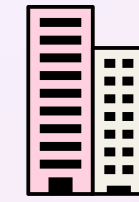
Aulas

Laboratorios

Biblioteca

Planta piloto I+D+i

Los mejores medios para investigar y aprender sobre elaboración de cerveza



Universidad
de Alcalá

Centro de Enseñanza, Planta piloto y Laboratorios I+D
AETCM y ESCYM – Coslada (Madrid, SP)

Aulas, Laboratorios y servicios de análisis e
investigación de la Universidad de Alcalá. Campus
Científico Tecnológico de la UAH – Alcalá de Henares
(Madrid, SP)

EL VALOR AÑADIDO DE ESCYM
EMPLEABILIDAD

99%

de nuestros alumnos de Máster
consigue un trabajo en el sector
cervecero, maltero o afines

EMPLEABILIDAD



Prácticas remuneradas y/o un contrato laboral en empresas al finalizar el Máster

Puestos de responsabilidad en la industria nacional e internacional

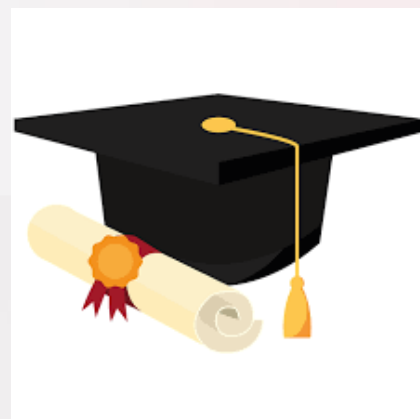
Valoración muy positiva del título de Máster ESCYM-UAH en CV en los procesos de selección

¿QUE OFRECEMOS?

Un entorno perfecto para **APRENDER, COMPARTIR Y DISFRUTAR**
sobre la ciencia y tecnología cerveceras

MÁSTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA CERVECERA Y **DIPLOMAS** DE EXPERTO Y ESPECIALIZACIÓN

En colaboración con la UAH



CURSOS PROPIOS Y A DEMANDA IN COMPANY O EX COMPANY

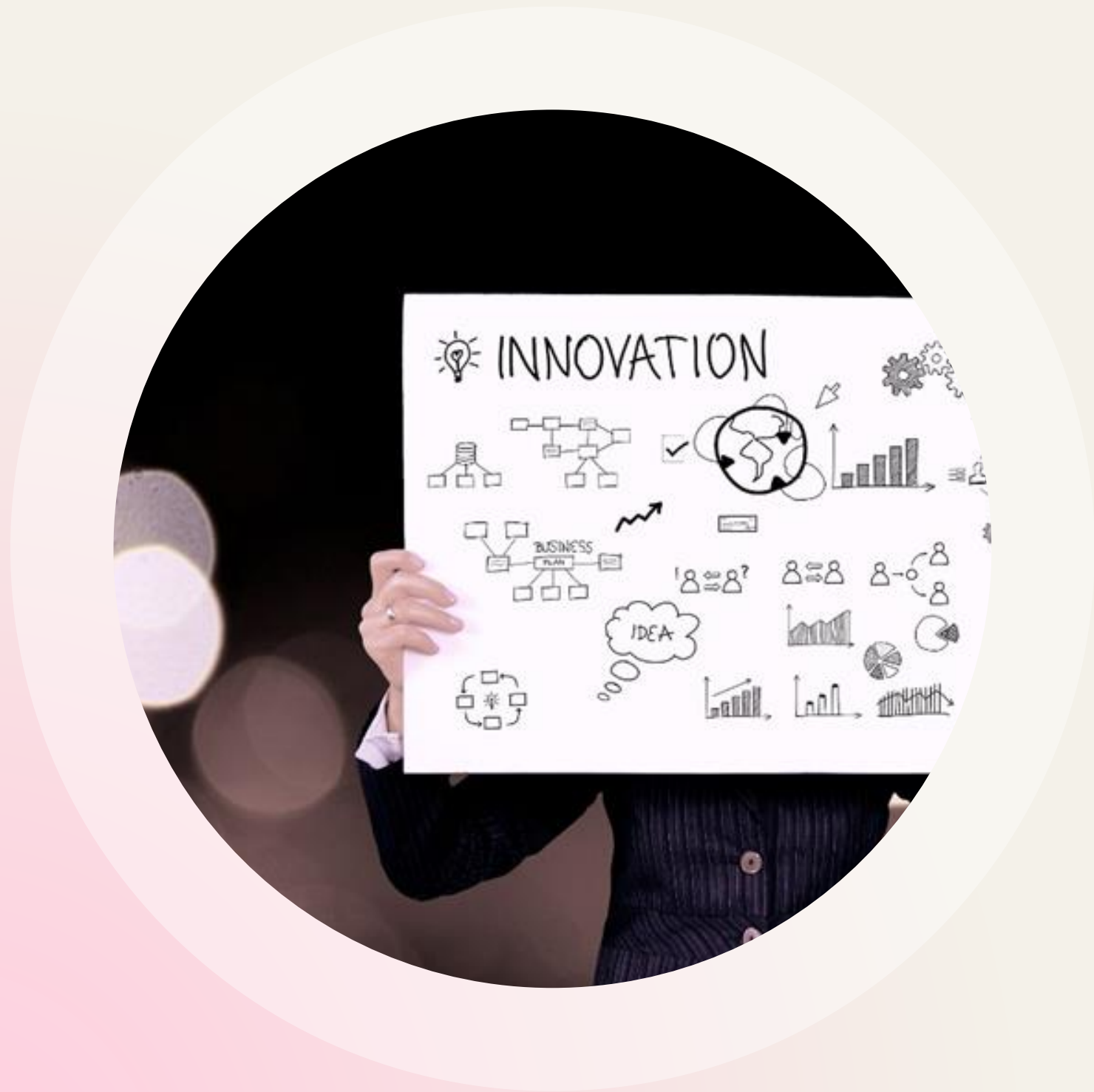
Propuestos por ESCYM o solicitados por las
empresas y con niveles crecientes de
formación según necesidades, preparación
de los
alumnos o requerimientos.



CURSOS PROPIOS Y SEMINARIOS

- TECNOLOGÍA CERVECERA NIVEL I, II y III
- SEGURIDAD ALIMENTARIA
- CALIDAD
- TECNOLOGÍA CRAFT
- FERMENTACIÓN Y MICROBIOLOGÍA
- LÚPULO Y TÉCNICAS DE LUPULADO
- MALTA Y MALTAS ESPECIALES
- CIP Y LIMPIEZAS DE INSTALACIONES
- GESTIÓN SENSORIAL
- INNOVACIÓN Y SHOW BREWING
-





INNOVACIÓN EN EL DISEÑO DE LAS CERVEZAS DEL S.XXI

La ESCYM lleva más de 12 años diseñando junto con los alumnos las cervezas del futuro.

3 LÍNEAS O CAMPOS DE INVESTIGACIÓN:



Sostenibilidad, ahorro energético, impacto verde



Nuevos ingredientes, levaduras inéditas, procesos y materias primas

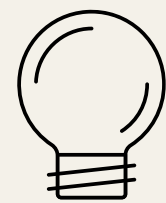


NAB, LAB, 0.0 y bebidas alternativas

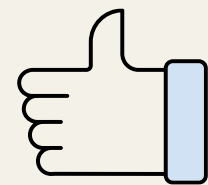
UNIVERSIDADES, DONANTES Y CENTROS DE APOYO A LOS TFM



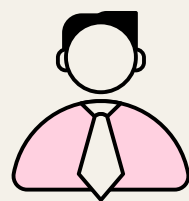
Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Universitat de València, Universidad del País Vasco, Technische Universität München, Università degli studi di Perugia



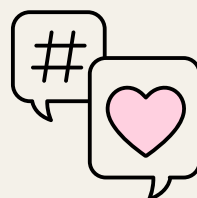
Centro de Análisis Químico y Microbiológico de UAH, Centro de Química Aplicada y Biotecnología de UAH, Colección Española de Cultivos Tipo de UV, Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria



Laboratorios de Análisis de Mahou San Miguel, Damm, Heineken



Intermalta, Boortmalt, Maltas Seleccionadas, Dacsa, Novozymes, BarthHaas, Fermentis, Ricardo Molina



Cerveceros de España, Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta

PROYECTOS FIN DE MÁSTER

FABRICACIÓN DE CERVEZA EMPLEANDO SORGO COMO ADJUNTO

Iván Rubí, Ernesto Narváez, José Cruz, Alberto Sanjuán, José Guillermo Ortiz

Alumnos de la SOP promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera impartido en la Universidad de Huelva de Huelva conjuntamente con la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM).

Este trabajo forma parte del proyecto de Máster tutorizado por el profesor de Tecnología Cervecera y Maquinaria, Don CARLOS ROUCO y por Dña. ANA GARCÍA.

RESUMEN

En este trabajo se describe la fabricación de cerveza usando como adjunto sorgo, que es una materia prima abundante en Nicaragua, donde actualmente se dedica casi exclusivamente al forraje animal.

El objetivo que se persigue en términos generales sería elaborar una cerveza tipo Lager con un contenido alcohólico de 5,5 % v/v utilizando sorgo (*Sorghum spp.*) como adjunto, con características sensoriales y de estabilidad coloidal similares a las de una cerveza Lager con el mismo contenido en proporción de sémola de maíz (*Zea mays*) como adjunto.

Dado que en Nicaragua se realizan pruebas utilizando sorgo como adjunto (12% sorgo y 18% arroz) presentando problemas de estabilidad coloidal, se plantea como objetivo específico el determinar las condiciones de procesamiento necesarias para elaborar una cerveza tipo Lager con 70% de malta y 30% de sorgo, para garantizar una estabilidad coloidal adecuada.

Además, se plantea realizar un estudio comparativo de las características organolépticas y de estabilidad coloidal de

la cerveza elaborada con sorgo versus la cerveza elaborada con sémola de maíz (*Wheat*).

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de Cerveza, además de la malta, el uso de adjuntos es una práctica ampliamente extendida en el proceso cervecero. La función principal de los adjuntos es aumentar o aportar carbohidratos al mosto de fabricación, reduciendo el contenido de nitrógeno soluble en el mosto, y por tanto, se obtienen cervezas con mayor estabilidad física y conformidad al producto final unas características organolépticas concretas como su bebibilidad.

En Centroamérica y en concreto en Nicaragua, se cultiva el sorgo cuyo destino principal es la alimentación animal, existiendo excedentes en su producción. El aprovechamiento de los excedentes, como adjunto para la elaboración de cerveza, generaría claros beneficios a la comunidad.

Existen referencias del uso de sorgo en la elaboración de cerveza como adjunto en África, y concretamente de pruebas realizadas en Centroamérica, si bien en éstas

últimas se han detectado problemas de estabilidad coloidal en la cerveza elaborada al cabo de un periodo de tiempo muy corto, lo que ha impedido su uso de forma industrial.

El reto a afrontar en el presente proyecto consiste en elaborar una Cerveza Lager en cuya composición se utilice un 30 % de sorgo como adjunto y poder darle una vida útil de al menos 6 meses en botella, superando los problemas de estabilidad coloidal referenciados.

Para ello se realizará inicialmente a nivel de laboratorio un análisis del rendimiento en extracto del sorgo y se pasará a describir la totalidad del proceso tecnológico: etapas de la elaboración y tratamiento de estabilización empleados, con la premisa de minimizar los efectos de los complejos proteína-polifenol.



Figura 1. Materia Prima Sorgo.

Parámetros Físico-Químicos

Tabla 1. Parámetros Físico-químicos del Sorgo

Parámetro Físico-Químico	Unidad	Valor	Resultado Aceptado
Contenido de agua	%	11,5	10,0
Contenido de extracto no azúcar	%	68	68
Longitud de fibra	mm	3	3
Proteína	g/kg	17,7	17,7
Cenizas	%	1,1	1,1
Proteína (N x 6,25)	%	1,1	1,1

Pruebas de Laboratorio

Para estas pruebas se utilizó el Laboratorio de Investigación y materias primas de la ESCYM en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Huelva de Huelva. El primer paso fue la determinación del rendimiento de la harina, para poder hacer los cálculos cerveceros posteriores, resultando en un valor de 88% (77% en base seca).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las siguientes materias primas principales: malta tipo Pilsen, malta torrefactada, sorgo, lupulín pellet de las variedades Nugget Goya (12,9 % ARS AC), Citra, Amarillo y Cascade, agua potable de la red de Abastecimiento de Huelva, levadura diseñada por una industria cervecera local. Además se utilizó como coadyuvantes del proceso: enzimas exógenas (Alfaamil y Glucanasa), Ácido Fóscico grado alimenticio como corrector de pH, Cloruro de Calcio, Sulfato de Zinc, Sílica Gel (Darsol 925), Tierras filtrantes (Hyflo, Fibrowal, CB8 y CB1) y PVP (Polivinil Pirrolidona).

INSTALACIONES Y PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proyecto fue realizado en las instalaciones de la planta piloto de la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta (AETCM), la cual tiene una capacidad de 20-25 hl de mosto por batch de producción, ubicada en el Parque Científico y Tecnológico de la Universidad de Huelva de Huelva. Los análisis de Control de Calidad (físico-químicos, cromatográficos y microbiológicos) se realizaron en el laboratorio de la AETCM y ESCYM en la Planta Piloto de Huelva. Además, se realizaron análisis de pesticidas y toxinas en laboratorios externos siendo los resultados positivos (no se encontraron restos de pesticidas o toxinas). El análisis sensorial lo realizó tanto el personal que elaboró la cerveza con sorgo como el panel de degustación profesional de una planta cervecera.

Molienda

La Figura 2 muestra los resultados de granulometría del sorgo y de la malta después de la molienda en sus respectivos equipos, molino de martillos y molino de

rodillos respectivamente. Se puede observar que la granulometría de la malta se concentra en aquellos tamaños de materia fina cuya tamaño oscila entre 0,125mm y 0,250 mm, lo cual es beneficioso para la obtención de los azúcares, asimismo, aproximadamente el 2% en peso está acumulado en fracciones de mayor tamaño que 3mm, lo que representa las envueltas. Esta última es beneficiosa para la formación del lecho filtrante que se requiere en la cuba filtro. En el caso del sorgo, se observa una mayor distribución en tamaños entre 0,25mm y 0,5mm, lo cual también es beneficioso para la obtención de los azúcares. En este caso del sorgo, al igual que sucede con el grano de maíz, no se espera que contribuya tanto a la formación del lecho filtrante como la malta.

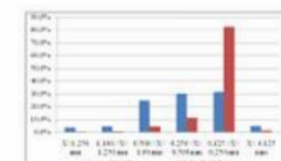


Figura 2. Granulometría de Sorgo y Malta.

Maceración

El sorgo molido se maceró durante 18 minutos con agua a 72°C para alcanzar la temperatura de pre-maceración de 60°C previo a su traslado a la caldera de adjuntos. La molienda de malta se pre-maceró por 33 minutos con agua a 60°C para alcanzar una temperatura de empaste de 50°C.

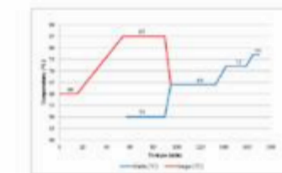


Figura 3. Curva de Maceración.

Adición de coadyuvantes:

- Caldera de Adjuntos -> α -amilasa exógena y CaCl₂
- Caldera de Maceración -> β -glucanasa, CaCl₂ y H₂O₂

Tiempo de saciarificación: < 15 min

Duración total: 90 min. Adjuntos y 120 min. Malta

Filtración

Para el proceso de filtración se utilizó la cuba filtro teniendo como cubado en estar la extracción de polifenoles mediante la acidificación de las aguas de lavado.

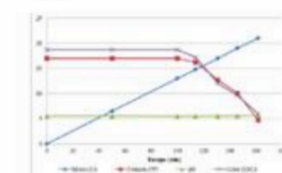


Figura 4. Parámetros del mosto en filtración.

Caudal constante de 8 hl/h
Acidificación con fosfórico durante los lavados
Se obtuvieron 21 hl en total en un tiempo de 2 h con 58 min
Extracto = 15,3 °P, Color = 16,9 EBC y pH final = 5,48

Ebullición, Whirlpool y Enfriamiento

Durante el proceso de ebullición, whirlpool y enfriamiento se tuvieron los siguientes resultados:

Tasa de evaporación real de 4,4%

Adición de Líquidos en etapas:

1. Nugget al inicio de ebullición
2. Cascade al final de ebullición
3. Citra y Amarillo en trasiego a Whirlpool

Se controló el pH mediante la acidificación en whirlpool y se utilizó sulfato de zinc también durante el whirlpool.

El enfriamiento fue sin ningún problema en línea a 10°C

Oxigenación del mosto en línea durante el enfriamiento a razón de 6 l/min

Extracto (fin ebullición) = 16 °P, Color = 18,5 EBC y pH final = 5,24

Fermentación

Para la fermentación se sembraron:

1.086x10⁷ células/hl con una viabilidad de 84%

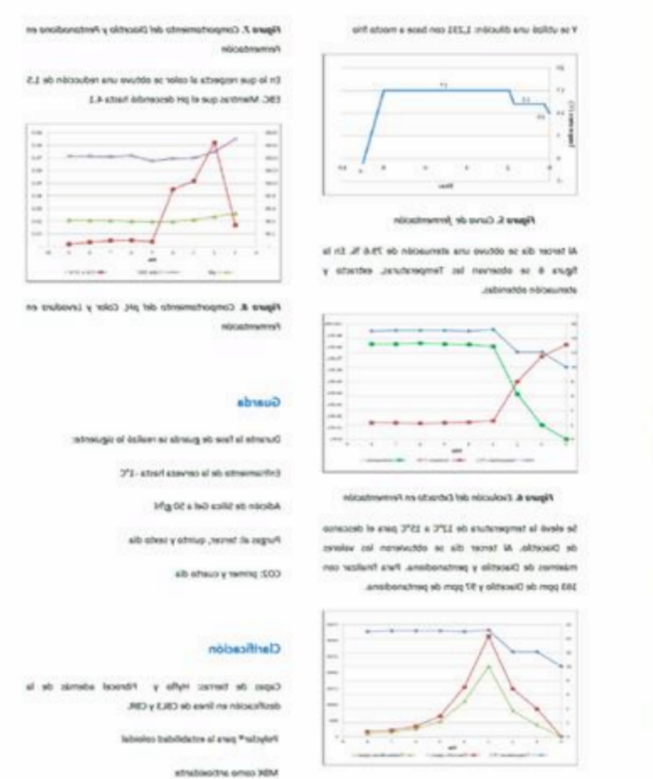


Figura 8. Temperatura del Agua y Cerveza en Pasteurización.

Se filtró un volumen de 11,5 hl
La temperatura en 887 fue de 3,5°C y el contenido de CO₂ de 5 g/l
Se envasaron 4 botellas de 30 litros sin pasteurizar.
720 botellas de 33 cl.
Consideraciones: no se utilizó la inyección de agua para espumas, la velocidad promedio fue de 2750 lph y las botellas si fueron pasteurizadas.

Se calcularon 19,1 unidades de pasteurización
La cerveza envasada presentó un contenido de O₂ de 240 ppb y un contenido de CO₂ de 5,3 g/l



Figura 10. Etiquetas Frontal y Dorsal de Sorbier.

La evaluación correspondiente al equipo integrante de este proyecto se presenta en la Figura 11. En algunas muestras se detectó un ligero sabor metálico.



Figura 11. Evolución Grupal en Especificación Sensorial.

La Figura 12 muestra los resultados de la evaluación sensorial del panel de degustación profesional de una planta cervecera, en donde se percibió mayor desviación en relación a la especificación sensorial planteada originalmente. Se percibió alterada principalmente en aromas de líquido, SO₂, amargor y hexanoato de etilo, sin embargo, se percibió baja en atropinegria, dular y retrogusto. Asimismo, se obtuvieron los siguientes comentarios de este panel: "Muy acertado Apellido, con un aroma espesado y amargor equilibrado". Otorgando una puntuación de 6,59 a la cerveza con sorgo frente a la puntuación de 5 que obtuvo la cerveza testigo.



Figura 12. Evaluación del Panel de Degustación Profesional en Especificación Sensorial.

En Anál tenemos lo esperado vs. en Baje que es lo determinado por el panel de catadores

Asimismo, ambos grupos de evaluadores no percibieron el gusto a grano que se indica en la literatura.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Las Tablas 2 y 3 muestran los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos (respectivamente) practicados a la cerveza terminada en comparación con los parámetros establecidos en las especificaciones. Los resultados indican que se cumplió satisfactoriamente con todos los valores establecidos en las especificaciones para la cerveza, pudiendo ser sujeta de consumo comercial.

Tabla 1. Resultados Físico-químicos de Cerveza Terminada.

Parámetro Físico-Químico	Unidad	Valor	Resultado Aceptado
Contenido de agua	%	11,5	10,0
Contenido de extracto no azúcar	%	68	68
Longitud de fibra	mm	3	3
Proteína	g/kg	17,7	17,7
Cenizas	%	1,1	1,1
Proteína (N x 6,25)	%	1,1	1,1

Tabla 2. Resultados Microbiológicos de Cerveza Terminada.

Parámetro	Unidad	Valor	Resultado Aceptado
Contenido de CO ₂	g/l	5,3	5,3
Contenido de O ₂	ppb	240	240

ESTABILIDAD COLOIDAL

Dado que en una prueba anterior utilizando sorgo como adjunto se han observado problemas de estabilidad coloidal, se decidió realizar todos los análisis relacionados

con la estabilidad coloidal al alcance del laboratorio de la planta con el fin de inferir, con el mayor número de datos posible, el comportamiento de la cerveza elaborada con sorgo frente a la cerveza testigo. La Tabla 3 describe los tratamientos de coadyuvantes que se utilizaron específicamente para lograr estabilidad coloidal y mejorar la vida útil de la cerveza con sorgo frente a un testigo que contenía un 30% de sémola de maíz como adjunto.

Tabla 3. Tratamiento con Coadyuvantes para Estabilidad Coloidal.

Coadyuvante	Concentración	Concentración
Alfaamil	10 mg/l	10 mg/l
Glucanasa	10 mg/l	10 mg/l

Tanto el PVP como el Silicagel ayudan a controlar la estabilidad coloidal de la cerveza favoreciendo la adsorción de los diferentes precursores de los turbios. En este sentido, el PVP favorece la adsorción de polifenoles mientras que el Silicagel favorece la de los proteínas. Tras este tratamiento, los resultados de nitrógeno coagulable y polifenoles, ambos en mosto frío, se presentan en la Tabla 4. Los resultados indican valores similares en ambos casos, con lo cual se podría inferir que el comportamiento de ambos mostos será similar en el futuro en cuanto a estabilidad coloidal. En la literatura se recomiendan valores de nitrógeno coagulable entre 20 y 30 mg/l (Jurca, W. 2006). Asimismo, en cerveza terminada se obtuvieron valores similares de polifenoles en la cerveza con sorgo (142 mg/l) en comparación con la cerveza testigo elaborada con sémola de maíz (122 mg/l), lo cual respalda que es probable que ambos se comporten de manera similar en cuanto a estabilidad coloidal e incluso que la cerveza con sorgo tenga mejor desempeño. Lo anterior puede ser atribuido al tratamiento más intenso realizado en la cerveza con sorgo en comparación con los tratamientos aplicados en la cerveza con maíz.

Tabla 4. Comparación de Nitrógeno Coagulable y Polifenoles en Mostos.

Parámetro	Unidad	Maíz en Sémola	Sorgo
Nitrógeno Coagulable	mg/l	20	20
Polifenoles	mg/l	122	142

La Tabla 5 presenta los resultados del Test del Alcohol Frío, Sensibilidad al Frío y Estimación de Vida de la Cerveza (Forcing Test) de la cerveza elaborada con sorgo y la cerveza testigo. Estos resultados nuevamente confirman la posibilidad de que la cerveza elaborada con sorgo presente una buena estabilidad coloidal, al menos similar a la del testigo, el cual es elaborado con una materia prima ampliamente utilizada y cuya estabilidad está muy validada en el mercado.

Tabla 5. Comparación de Parámetros de Estabilidad Coloidal.

Parámetro	Unidad	Maíz en Sémola	Sorgo
Alcohol Frío	g/l	0,1	0,1
Sensibilidad al Frío	g/l	0,1	0,1
Estimación de Vida	g/l	0,1	0,1

*Forcing Test (APL/2012). Turbidez inicial: turbidez final

CONCLUSIONES

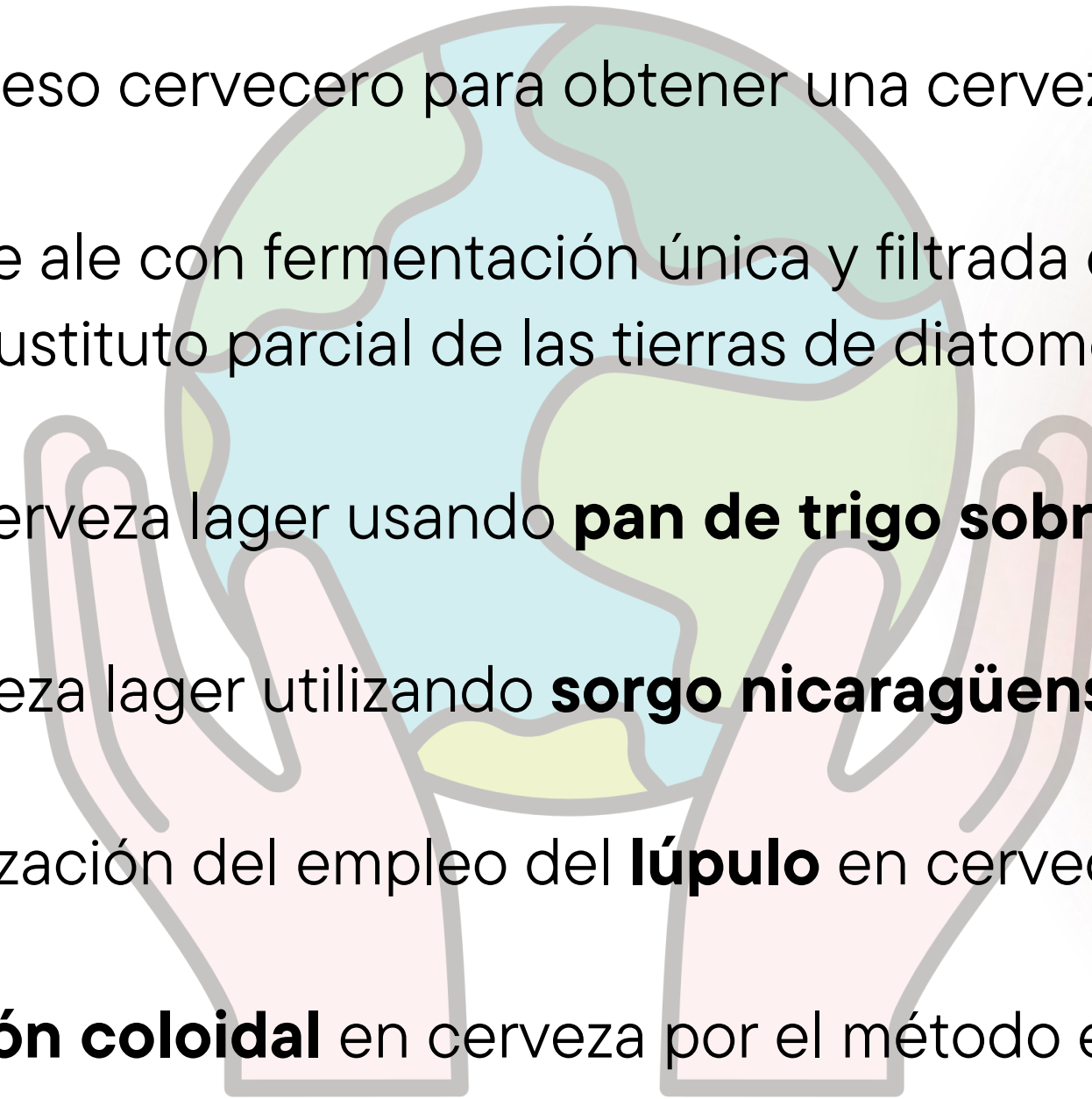
A la luz de estos resultados, se puede concluir que es posible elaborar una cerveza con 30% de sorgo como adjunto con características organolépticas y de estabilidad coloidal similares a una cerveza que contiene un contenido de 30% de sémola de maíz como adjunto, además de ser una cerveza bebibible y agradable.

La evaluación sensorial de la cerveza con sorgo indicó mejores cualidades sensoriales que la cerveza elaborada con maíz, pero esto se debe principalmente a los líquidos utilizados. Sin embargo, no se percibieron flvores negativos que fueran aportados por el sorgo o asociados al mismo.

Los evaluaciones físico-químicas asociadas a estabilidad coloidal indican que la cerveza elaborada con sorgo tendrá

Sostenibilidad, ahorro energético y 'green impact'

- Elaboración de cerveza con **sorgo y mijo** y rápida fermentación mediante **levadura Kveik**: estudio de capacidades y ahorros energéticos
 - Ajustes en el proceso cervecero para obtener una cerveza "**clean label**"
- Elaboración de una cerveza estilo grape ale con fermentación única y filtrada con **cascarillas calcinadas de arroz** como sustituto parcial de las tierras de diatomeas.
 - Elaboración de una cerveza lager usando **pan de trigo sobrante** como adjunto
- Producción de una cerveza lager utilizando **sorgo nicaragüense** como materia prima
 - Optimización del empleo del **lúpulo** en cervecería
 - **Estabilización coloidal** en cerveza por el método enzimático
- Elaboración de cerveza a partir de **caña de azúcar** como adjunto en un ciclo corto de proceso
 - Elaboración de cerveza con **harina de banano** como adjunto



Nuevos ingredientes, levaduras, procesos y materias primas. Innovaciones

- Cerveza ale 100% malta con extracto de **flor de hibisco** y usando **tanino de acacia negra** como coagulante
 - Elaboración de **cerveza sour sin gluten** usando bacterias lácticas para su degradación
 - Elaboración de una cerveza ale, roja gruit con **tritordeum**
 - Sustitución de la aireación en un mosto frío lager mediante **aceite de oliva**
- Elaboración de cerveza con **amaranto blanco** (*Amaranthus caudatus*) como adjunto y **flores de amaranto rojo** (*Amaranthus quitensis*) como colorante
 - Desarrollo de una cerveza lager con una **segunda fermentación vínica**
- Producción de una **cerveza ICE** con alta graduación alcohólica mediante congelación progresiva del tanque de fermentación
 - Elaboración de una cerveza sour estilo belga con **piña**
- Elaboración de una cerveza sour sin acidificación bacteriana usando **levaduras de sidra**

NAB, LAB, 0.0 y bebidas alternativas

- Elaboración de Cerveza **IPA 0,0 tostada** mediante fermentación controlada con **Saccharomyces chevalieri**
- Elaboración de Cerveza **IPA sin alcohol** con levadura **Saccharomyces ludwigii**
- Elaboración de **cerveza sin alcohol** a partir de levadura salvaje **Wickerhamomyces anomalus** y levadura ale S-04
 - Diseño de **cervezas sin alcohol** a partir de levaduras seleccionadas
 - Producción de cerveza **sin alcohol** (<1% v/v) por fermentación interrumpida.
- Elaboración de cerveza con **bajo contenido en alcohol** con 3 maltas tostadas y lúpulo de bohemia
 - Elaboración de **Hard Seltzer** a partir de cerveza no apta para la venta
- Fabricación de **cerveza sin alcohol** a partir de una levadura no saccharomyces **Cyberlindnera Saturnus**



ESCUELA
SUPERIOR DE
CERVEZA Y
MALTA

¡GRACIAS POR
VUESTRA ATENCION!

www.escym.com

SPEAKERS



Ana García Martí

Coordinadora académica
FBD ESCYM

Felisa Bartolomé Ocete

Presidenta
FBD ESCYM