

CERVEZA ALE ELABORADA CON MAÍZ MORADO, BUTTERFLY PEA Y LAVANDA

MARÍA ELISABETH SOLIZ OLIVA; ELIMA SANZ CEPERO; SANTIAGO YTURRIAGA GÓMEZ – TRÉNOR; FERNANDO WALTER TABARES DE NAVA SIEPER

Alumnos de la 56ª promoción del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera. Universidad de Alcalá de Henares y Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM).

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

RESUMEN

La idea principal de elaborar una cerveza “Púrpura” nace recordando la historia de la expansión de la cerveza en el mundo, específicamente en América, donde la materia prima principal para su elaboración era el maíz. Este aporte ha inspirado a varios tipos de cervezas actuales tipo “Lager” donde el maíz es utilizado en una proporción importante para su elaboración.

Pero no solo hemos querido replicar lo que ya muchas empresas cerveceras fabrican hoy en día, sino que hemos querido darle un toque diferente, utilizando una levadura tipo Ale para darle una identidad propia con un color y aroma diferentes pero manteniendo las características de la llamada “Chicha” latinoamericana, como fue conocida la cerveza en su expansión por América.

Para esta elaboración se ha usado maíz morado como una de las principales materias primas ya que, en la búsqueda de una identidad propia, el color aportado por el maíz morado arequipeño proveniente del Perú otorgará el toque característico a la cerveza final.



ILUSTRACIÓN 1 FLOR DE LAVANDA

Aprovecharemos este aporte de color generado por el maíz morado para poder introducir en la elaboración un aroma diferente y llamativo como es el aportado por la Flor de Lavanda, característica de la localidad de Brihuega en Castilla La Mancha.

Con esta idea crearemos una cerveza con color y aromas especiales, florales y tropicales, que creemos será bien acogida por los consumidores de cerveza clásicos y también los más modernos.

Aparte del desafío de poder elaborar un producto con un contenido muy alto de adjuntos (50% de maíz) queremos obtener una cerveza innovadora y altamente bebestible y refrescante.

Palabras clave: **Maíz, color morado, floral, bebestibilidad.**

ABSTRACT

The main idea of making a beer "Purple" was born remembering the history of the expansion of beer in the world, specifically in America, where the main raw material for its production was corn. This contribution has inspired several types of current "Lager" type beers where corn is used in a significant proportion for its production.

Nevertheless, we've wanted not only replicate what many industrial breweries already manufacture today, but to give it a different touch, using an Ale type yeast to give it its own identity with a different color and aroma but maintaining the characteristics of the so-called Latin American "Chicha", as beer was known in its expansion in America. For this production, purple corn has been used for the first time as one of the main raw materials since, in the search for its own identity, the colour provided by the Arequipa purple corn from Peru will give the characteristic touch to the final beer.

We will take advantage of this contribution of colour generated by the purple corn to be able to introduce in the elaboration a different and striking aroma as it is the one contributed by the Lavender Flower, characteristic of the town of Brihuega in Castilla La Mancha. With this idea we will create a beer with special colour and aromas, floral and tropical, which we believe will be well received by classic beer consumers and also the modernest.

Keywords: **Corn, purple, floral, drinkability.**

¿PORQUE UNA BEBIDA TIPO CHICHA?

La bebida conocida como "Chicha", data de la época prehispanica y ha llegado hasta nuestros días. Es un pilar de cultura indígena en las regiones de Centro y Sudamérica que ha sido protagonista de la vida cotidiana, cultura, conflictos y tendencias de muchos.

La chicha no tiene por qué ser de maíz, se puede hacer de frutas como la piña, yuca o la batata, pero la más conocida es la de maíz amarillo debido a la facilidad y comodidad en relación a las cosechas. El maíz morado es utilizado para preparar otra variedad de chicha, sin alcohol y con fines medicinales.

Nosotros hemos querido aprovechar las propiedades que tiene este cereal como alimento funcional e incorporarlo a nuestra receta.

Los alimentos funcionales son aquellos que tienen un efecto positivo en el organismo más allá de los valores nutricionales de dicho alimento. En pocas palabras, promueven la salud óptima y ayudan a reducir el riesgo por enfermedades. De ahí su significado, tienen una funcionalidad a parte de la básica nutricional.



ILUSTRACIÓN 2 TÉ INFUSIONADO CON BUTTERFLY PEA

- El maíz morado contiene fitoquímicos indispensables para la salud como sustancias fenólicas y antocianinas que previenen enfermedades cardiovasculares, el colesterol y combaten la diabetes. Igualmente, proporciona una gran

cantidad de fósforo, hierro, vitamina A, riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3) y ácido ascórbico (vitamina C).

- La “Butterfly Pea” es una de las plantas cuyos pétalos son ricos en antioxidantes, antidiabéticos, anti-obesidad, anticancerígenos, antiinflamatorios, antibióticos y protegen el tejido hepático. También cuenta con componentes bioactivos, tanto lipofílicos como hidrofílicos.

Por lo tanto, el principal reto del proyecto consistía en obtener un producto con los colores y propiedades otorgadas por el maíz morado y la butterfly pea y reflejar en una cerveza un sabor al que el consumidor no está acostumbrado, tomando como base la lavanda.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

El objeto de nuestro Trabajo de Fin de Máster es realizar una cerveza cuyo ingrediente principal sea el maíz morado.



ILUSTRACIÓN 3 MAÍZ MORADO

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Crear un nuevo estilo probando un nuevo tipo de maíz inédito hasta ahora en la elaboración de la cerveza: Nos hemos inspirado en la “chicha morada” para la realización de esta cerveza, que pretendemos

tenga alta bebestibilidad, un perfil sensorial floral y un color morado que evoque a la floración de la lavanda.

- Crear un nuevo nicho de mercado: nuestra cerveza tiene color y aromas especiales que creemos serán bien acogidos tanto por los consumidores habituales de cerveza como por personas que son más dadas a consumir otro tipo de bebidas, atraídas por el color y los volátiles tan florales y tropicales que desprende.
- Proceso técnico: aprender a trabajar con un contenido muy alto de adjuntos (50% de maíz) y aprender a utilizar y solventar los problemas a los que nos enfrentamos cuando utilizamos adjuntos de importación.

PROPUESTA DE VALOR

✓ Utilización de un nuevo adjunto cervecero en España

Normalmente las cervezas se elaboran con mezclas de varios tipos de malta de acuerdo con las características que se desee en el producto. Se busca entonces crear un perfil sensorial diferente y reemplazar la cebada que tiene precio más alto en el mercado, por el maíz, lo que bajaría los costos de producción.

La primera idea fue utilizar en nuestra receta el 50% de maíz morado, pero después de desgerminar lo nos encontramos con el problema de que el rendimiento era muy bajo y por tanto en países como España resultaba poco viable económicamente hablando. Finalmente

utilizamos un 10% de maíz morado y un 40% de sémola de maíz amarillo.

Como alternativa, pensamos que esta receta se podría preparar con un tipo de maíz gallego, llamado maíz negro, millo corvo o meiro, con propiedades y características muy parecidas al maíz morado arequipeño. Por otro lado, pensamos que en países donde esta materia prima es más abundante, puede ser una idea innovadora que además fomentará el uso de este cereal que tiene propiedades beneficiosas para la salud.

Los granos de esta planta son de un púrpura oscuro. Es botánicamente de la misma especie que el maíz amarillo común, pero a diferencia de este, es rico en unos pigmentos hidrosolubles conocidos como antocianinas, además de otros compuestos fenólicos. Las antocianinas son responsables de los colores púrpura, violeta y rojo en muchas plantas

Una de las razones fundamentales de la elaboración de cerveza a base de maíz morado es darle otra forma de utilización a este cereal diferente al pan, la chicha o mazamorra. En la cerveza se espera obtener unos excelentes resultados organolépticos y unos colores innovadores, además de unas propiedades de alimento funcional que pueden tener una repercusión muy positiva en la población, ya que cada vez más se busca más el cuidado de la salud y los alimentos saludables.

- ✓ **Creación de un producto innovador que marque un estilo propio**

La cerveza que elaboramos será ALE. Una de las finalidades es conseguir una cerveza muy bebestible con una

atenuación ligeramente alta, alcohol medio y destacando los matices tostados y florales aportados por el uso de la malta Amber y la lavanda. De carácter esteroso y con un toque especial de color aportado por el uso de maíz morado y las flores butterfly pea, obteniendo de esta forma un precioso color cobrizo- morado.

Características Sensoriales:



L
S
E
N
S
O
R
I
A
L
D
E
L
A
C
E
R
V

ESPECIFICACIONES:

Z
A

ESP
Ea
Alcohol
IBU
Color
Atenuación
Merma
Hls a elaborar
Rendimiento de S
Malta Equiv. filtra
Densidad

Maltoso,

ABL
A 1
ESP
ECI
FIC
ACI
ON
ES
DE
LA
CER
VEZ
A

T

I

MERCADO Y ESTRATEGIA

El mercado de la cerveza en España ha seguido una línea ascendente hasta 2019,

L
U
S
T
R

con una producción total superior a los 41 millones de hectolitros, con un incremento de un 3,37% con respecto a las ventas de 2018. Hasta el año 2020, el mercado español se ha caracterizado por ser un mercado con un número muy amplio de turistas con 83,7 millones en 2019. El principal lugar de consumo, a diferencia de otros países en Europa, es el canal Horeca, donde el volumen supone el 68% de todos los hectolitros y el 80% en valor de todo el mercado español.

Además del mercado sin alcohol, también el mercado artesanal y el mercado premium crecen. Su valor y volumen han crecido exponencialmente en la última década, pasando de 18.000 hectolitros de cerveza en 2011, a 400.000 en 2017, creciendo a doble dígito durante toda la década.

No sólo ha crecido la producción artesanal sino también el hábito de gasto del consumidor. El consumidor en España está dispuesto a gastar más por una cerveza, siendo 1,15€ el precio por kilogramo de cerveza pagado en 2012, a 1,38€ el kilogramo en 2020, subiendo un 4,5 % incluso en un año marcado por la pandemia de la COVID 19. Este desembolso extra se debe a que el cliente siente curiosidad por nuevos sabores, por probar nuevos estilos de cerveza y por buscar una experiencia de consumo diferente. Además, ciertos grupos cerveceros han notado una polarización en el mercado, ya que han aumentado las ventas de cervezas de marca de distribución, pero también el de las cervezas premium, que ya supone el 40% del total de mercado para Heineken, por ejemplo.

PRUEBAS PRELIMINARES

Con el objetivo de terminar de definir la receta de la cerveza, se llevaron a cabo una serie de pruebas preliminares para determinar la proporción de malta/adjuntos y la proporción de Lavanda y butterfly pea y qué consecuencias tendría para el proceso y el resultado en el producto final. Los ensayos de laboratorio y posterior elaboración de la cerveza se llevaron a cabo en las instalaciones de elaboración de cerveza de la Asociación Española de Técnicos de Cerveza y Malta (AETCM) y la Escuela Superior de Cerveza y Malta (ESCYM), que se encuentra en la Avenida de las Américas 4, nave CE de Coslada (Madrid).



ILUSTRACIÓN 6 INSTALACIONES DE PLANTA PILOTO AETCM

Las pruebas que se realizaron fueron:

- Pruebas de mosto congresado con diferentes proporciones de maíz morado, amarillo y malta. Se realizó un baño congresado con diferentes proporciones de maíz morado y tipos de malta (Viena y Pilsen) para tener una idea del aporte de color por parte del maíz morado y validar la sacarificación en mosto congresado con 50% de crudos.

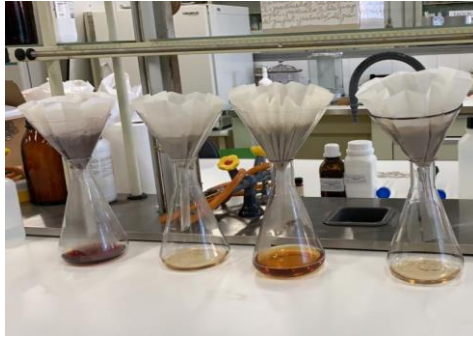


ILUSTRACIÓN 7 MOSTO CONGRESO ELABORADO EN LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES

Con este resultado decidimos inicialmente una proporción de 50% de maíz morado y 50% de Malta Pilsen pero debido al bajo rendimiento del maíz morado desgerminado, modificamos la proporción e incorporamos a la receta la flores de butterfly pea para aumentar la intensidad del color.

- Prueba de filtración por medio de cuba filtro

De la prueba pudimos concluir que utilizar la cuba filtro no era lo óptimo para una receta con un porcentaje elevado de maíz. Y además, a pesar de haber utilizado enzimas amilasas comerciales en la caldera de crudos no conseguimos sacarificar el mosto, dando negativo en la prueba del yodo una vez pasados más de 30 minutos de descanso a temperatura de 72°C.

- Primera elaboración con maíz morado sin desgerminar y análisis de Trans 2 nonenal.

Las materias primas que utilizamos en esta elaboración fueron:

Materia Prima	Cantidad	Comentarios
Malta Pilsen	7,2 Kg	Malta definida para la elaboración
Malta Amber Malt	0,8 Kg	Malta definida para la elaboración
Maiz Amarillo	6,4 Kg	Maíz definido para la elaboración
Maiz Morado	1,6 Kg	Maíz preliminar, el cual utilizamos esta fecha ya sabíamos el rendimiento contaba el maíz pero no lo teníamos en planta piloto
Levadura	Safale US 05 Safale K 97	Utilizamos 2 tipos de levaduras para definir cual se acercaba más al p
Lavanda	50 gr	Colocado en el Dry Hopping
Butterfly Pea	70 gr	Utilizamos con la cerveza en frío, logramos obtenerlo previo al día

TABLA 2 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN

Para esta prueba ya contábamos con las enzimas Ultraflo y Termamyl. Las mismas ayudaron a contrarrestar los problemas que habíamos detectado en la prueba de filtración por cuba filtro, aunque en esta prueba decidimos realizar la filtración por filtro prensa para asegurar el rendimiento.

A partir de los resultados sensoriales obtenidos en las pruebas realizadas, se decidió avanzar el proyecto con la levadura Safale US05 e incorporar un Dry hopping con lúpulo Idaho 7. También se realizó el análisis de Trans 2 nonenal en el mosto ya que el maíz morado utilizado en esta ocasión fue sin desgerminar.

- Prueba tinción de Butterfly Pea.

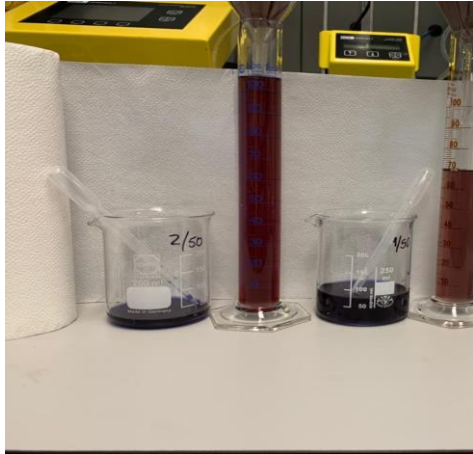


ILUSTRACIÓN 8 MUESTRA DE LAS SOLUCIONES EMPLEADAS PARA LA PRUEBA CON INFUSIÓN DE BUTTERFLY PEA. DE IZQUIERDA A DERECHA, 2G/50ML, 1G/50ML Y 0,2G/100ML

Después de realizar varias pruebas con diferentes concentraciones de flor: 2g/50ml, 1g/50ml y 0,2g/100ml, decidimos infundir la Butterfly Pea en una proporción de 1g/l en el mosto durante la estancia en whirlpool para aprovechar el efecto centrífugo además del calor del mismo mosto para poder teñir más con una menor cantidad.

- Pruebas de molienda del maíz morado.

Estas pruebas se realizaron para poder definir el tamiz de molienda para poder obtener el mayor rendimiento en la molienda. Finalmente y tras esta prueba, nos decidimos por el tamiz de mayor tamaño (5 mm), lo cual nos permitió tener un mejor rendimiento del grano.

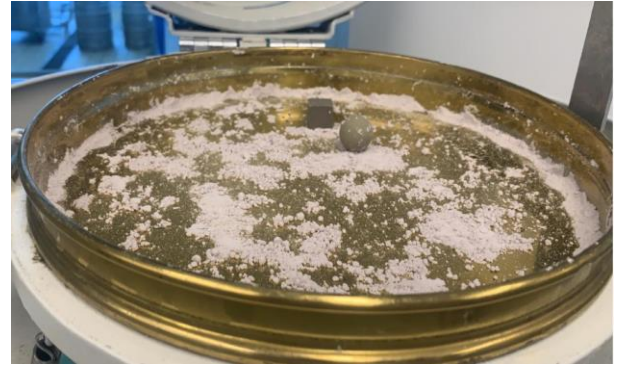


ILUSTRACIÓN 9 PLANCHISTER MOLIENDA DE MAÍZ MORADO

MATERIAS PRIMAS

Agua

La naturaleza del agua empleada en la fabricación de cerveza tiene una importancia capital, se llega a decir que el éxito de la cerveza depende del empleo adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% de la misma. Interesa esencialmente su contenido en sales y especialmente su dureza.

Para la elaboración de esta cerveza Ale se ha empleado el agua de red suministrada en la planta piloto por el Canal de Isabel II. Entre los iones que más interesan en cervecería están el calcio, magnesio, sulfatos, cloruros, sodio y el zinc. La carencia de alguno de ellos se ha suplido con las sales añadidas en el proceso productivo, como el cloruro cálcico y el sulfato de zinc.

Maltas y adjuntos

La materia prima fundamental es la malta, proporciona sustratos y enzimas apropiados para obtener un extracto soluble o mosto.

MALTAS UTILIZADAS:

- 1) MALTA BASE TIPO PILSEN

CARACTERÍSTICAS

- Aporta al mosto los nutrientes necesarios para la levadura
- Alto contenido en hidratos de carbono
- Aportan las proteínas solubles y los compuestos nitrogenados
- Alto poder enzimático
- Variedades de cebadas malteadas
- Se pueden usar del 50% al 100% en la receta

En nuestra receta utilizamos 45% de malta Pilsen que es la más utilizada debido a que su color es claro, su sabor suave, y tiene alto poder enzimático.

2) MALTAS AROMÁTICAS (MELANOIDIN)

La malta Melanoidina sigue un especial proceso de malteado que resalta de manera notable el sabor a malta en la cerveza resultante. Es una malta altamente modificada.

Este tipo de maltas aporta un intenso sabor a malta con toques a miel a la cerveza. Contribuye también con un precioso tono rojizo oscuro. El color EBC suele estar entre 60 y 80.

CARACTERÍSTICAS

- Tostadas “a fuego lento”. Tostador de suelo perforado
- Se desarrollan Melanoidinas de pequeño tamaño: dan aroma y sabor
- No hay caramelización
- Acentúa el carácter maltoso, a miel.
- Color: tono anaranjado, ambarinos
- Aroma: Miel, galleta, repostería.
- En los tonos más oscuros, aroma a caramelo
- Gusto: Dulce

En nuestra receta utilizamos Amber malt en una proporción del 5% para aportar ese sabor a malta con toques de miel a nuestra cerveza y tono rojizo que, unido al maíz morado, nos dará un color diferente.

3) ADJUNTOS: MAIZ AMARILLO Y MAIZ MORADO

El maíz (*Zea mays*) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, superando incluso al trigo y al arroz.

El maíz morado posee un colorante llamado antocianina, el cual le brinda el color morado característico de este tipo de maíz. La cantidad de antocianina presente en el maíz dependerá del tipo de maíz y de sus partes.

En nuestra receta hemos utilizado un 10% de maíz morado, variedad Arequipeño y un 40% de sémola cervecera de maíz amarillo.

Lúpulo



ILUSTRACIÓN 10 FLOR DE LÚPULO

Para nuestra receta decidimos emplear lúpulos que aportasen notas florales y especiadas. Para ello se utilizó lúpulo “Ella”, variedad aromática que aporta notas florales con sutiles toques de anís y una satisfactoria plenitud de paladar y “Idaho7”, lúpulo de aroma de maduración tardía. Posee un complejo perfil que incluye un aroma intenso a frutas tropicales de hueso y citrus con fuertes

notas a pino y notas más débiles de té negro terroso.

Ambos aportan a la cerveza final notas florales y herbales que dan una sutileza de aroma y sabor al momento de ser degustada.

En nuestro caso decidimos adicionar el lúpulo en dos etapas:

- EBULLICION: En nuestra receta, introducimos el lúpulo Ella y Idaho (al 50% ambos) durante 30 minutos en ebullición para conseguir aportar sabor y amargor deseado (20 IBUs).
- DRY HOPPING: Decidimos que el momento idóneo para realizar el Dry hopping era durante la maduración/guarda porque así conseguiríamos una buena homogeneización y un buen balanceo del sabor. Decidimos realizar el Dry hopping con lúpulo Idaho 7 en una proporción 5gr/l, durante 3 días en guarda fría (-1°C)

Materia prima		Targets	
MALTAS	Malta Pilsener	40%	V
	Malta Aromatic Amber	5%	V
ADJUNTOS	Maíz Morado desgerminado	10%	A
	Maíz Amarillo desgerminado	40%	S
AGUA	Ratio de dilución crudos	2,5	L
	Ratio de dilución Macerado	3	tr
LÚPULO (Porcentaje del total de alfa-ácidos)	Adición en hervidor	100%	U d

ILUSTRACIÓN 11 DETALLE DE LA PROPORCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS A UTILIZAR

Levadura

Para nuestro proyecto utilizamos una levadura Ale de Fermentis. En concreto SafAle US05: Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) ale americana, que produce cervezas bien balanceadas con baja concentración de diacetilo y un paladar final limpio, fresco y vivaz. Forma una capa superficial y se caracteriza por permanecer en suspensión durante la fermentación.

Materias auxiliares: Lavanda y Butterfly Pea

- Lavanda:



Es una planta de la familia de las lamiáceas, que contiene una treintena de especies conocidas. Su nombre científico es *lavandulae*, y su aroma inconfundible ha convertido a esta planta en la joya por excelencia de la aromaterapia.

Se han detectado aproximadamente 300 constituyentes químicos diferentes en el aceite esencial de lavanda. Entre ellos, dos son los componentes mayoritarios: un alcohol, el linalol (20-30%) y su éster acético, el acetato de linalilo (40-50%). Contiene menos del 10% de monoterpenos.

La lavanda, como planta medicinal, tiene infinidad de usos: analgésico, regenerador celular, sedante, ayuda a atenuar los síntomas de las gripes y resfriados... pero sobre todo tiene gran poder antiséptico.

También es muy utilizado como antiinflamatorio, sobre todo en procesos de reuma o artritis, ya que la lavanda ayuda a relajarse y calmar el dolor.

Decidimos utilizar esta planta para aromatizar nuestra cerveza y para ello utilizamos granillo seco en una proporción de 1g/l en ebullición durante 10 minutos. Los resultados organolépticos fueron los esperados.

- Flores Butterfly Pea:



Butterfly pea es una **tisana** que se prepara con base en la **flor conchita azul** o *clitoria ternatea*. Esta infusión **nació hace millones de años en Asia** y su consumo se ha mantenido debido a sus beneficios medicinales, ganando popularidad poco a poco en Occidente. Además de sus bondades, el té tiene una llamativa característica, ya que cambia de color dependiendo de las sustancias que se le agreguen y que modifican el pH. Para ayudarnos a conseguir el color deseado en nuestra receta, y tras las pertinentes pruebas, utilizamos Butterfly Pea en una proporción de 1g/l.

Sales, aditivos y coadyuvantes

Todas las sales, aditivos y coadyuvantes añadidos están autorizados para su uso alimentario con el fin de mejorar el

proceso y el producto final.

- **Ácido fosfórico:** ha sido empleado para ajustar el pH a unos valores óptimos para favorecer la actividad enzimática en el proceso de maceración, tanto en caldera de crudos como en caldera de adjuntos.
- **Cloruro cálcico:** se adiciona en el proceso de maceración con el objetivo de estimular y estabilizar las enzimas y regular el pH. Con ello también se favorece la filtración del mosto y la coagulación proteica.
- **Sulfato de Zinc:** se añade en Whirlpool para mejorar el inicio de la fermentación ya que mejora la vitalidad de la levadura, ayuda a la floculación e inhibe la actividad proteasa procedente de la autólisis de la levadura, por lo que protege la espuma.
- **Enzimas comerciales:** debido al alto porcentaje de adjuntos de nuestra receta, decidimos utilizar enzimas comerciales para mejorar el rendimiento y la filtración del mosto. Las enzimas utilizadas fueron las siguientes:
- **Novozymes Termamyl,** en caldera de crudos: son α -amilasas termoestables que ofrecen una fácil licuefacción a altas temperaturas, proporcionando muchos beneficios y preservando todo el potencial de las enzimas de la malta para el proceso principal de maceración.
- **Novozymes Ultraflo Max,** en caldera de maltas: es una mezcla de β -glucanasa y una arabinoxilanasas de la familia GH-10 que hace posible degradar los dos

componentes principales de la pared celular para garantizar una viscosidad mínima y obtener el mejor mosto para una filtración más rápida y minimizar fluctuaciones en el proceso.

ADJUNTO 1	Maíz amarillo	6,4 Kg	40
ADJUNTO 2	Maíz morado arequipeño	1,6 Kg	10

FABRICACION

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).

Molienda

Para todas las materias primas, se aplicó la molienda fina y seca, en el caso de la Malta se realizó la molienda con el tamiz de 2 mm.

En el caso del grano del maíz morado se realizó por medio del molino de martillos utilizando un tamiz de mayor tamaño, de 5 mm, lo cual nos permitió tener un mejor rendimiento del grano; para el caso del maíz desgerminado amarillo se utilizó en forma de sémola ya adquirido de esta manera.

Toda la tarea de molienda fue realizada minutos antes de empezar con el proceso de cocción con la finalidad de evitar oxidaciones en el grano molido antes de la elaboración.

Se partió de las maltas y cantidades siguientes, calculadas según la receta del presente proyecto para 12kg de malta equivalente, que es la capacidad de carga del filtro prensa lambda M de Landaluce, presente en la planta piloto.

MMPP	TIPO	UD	%
MALTA 1	Pilsen	7,2 Kg	45
MALTA 2	Amber	0,8 Kg	5

Maceración.

Para la elaboración de la cerveza, utilizamos una curva de maceración de doble extracción, es decir que realizamos la extracción de los almidones aportados por el maíz en la caldera de crudos y los extraídos por la malta en la caldera principal de maceración.

En la olla de crudos no se utilizó adelanto de malta. Las transformaciones necesarias se consiguieron con ayuda de las enzimas Termamyl, que son amilasas termoestables utilizadas normalmente en la olla de crudos para potenciar la licuefacción de los almidones de los granos crudos, en nuestro caso el maíz.

Como se aprecia en el gráfico de la curva de macerado, la fase maltogénica tiene el tiempo óptimo de generación de maltosas que darán a nuestra cerveza las características de grado alcohólico, atenuación y cuerpo ligero, como describimos anteriormente en el perfil sensorial.

La maceración tiene una duración total de 120 minutos, logrando al minuto 15 del reposo a 72°C la sacarificación del mosto. Después se elevó la temperatura a 78°C para la inactivación enzimática y poder reducir la viscosidad del mosto para favorecer la filtración.

Filtración

La filtración del mosto se llevó a cabo por medio del filtro prensa, con la finalidad de conseguir mayor extracción en el mosto, para el cual se calculó una masa de Malta Equivalente de 12 Kg para poder cumplir con las especificaciones del filtro.

Durante la filtración se obtuvieron los siguientes valores de seguimiento:

Etap
Tiem
Cauc
Volu
Litro:
°P pr
°P m

T

ABL
A 4
DA
TO
S
REL
ACI
ON
AD
OS
CO
N
LA
FIL
TR
ACI
ÓN
DEL
MO
ST
O

En el hervido del mosto también se realizó la adición de hojas de lavanda para aportar notas florales y herbáceas en la cerveza final y el 50% de las flores de Butterfly Pea. La adición se realizó a los 10 minutos antes de finalizar el hervido.

Etapa de Proceso	Re
Volumen Inicial	
Volumen Final	
% de Evaporación	
pH de Ebullición	

T

A
B
L
A
S
E
S
P
E
C
I
F
I
C
A
C
I
O
N
E
S
L
O
G
R
A
D
A
S
E
N
E
L
M
O

Ebullición

El hervido del mosto se realizó durante 60 minutos para así conseguir la isomerización de los alfa ácidos de los lúpulos añadidos, además de mejorar la estabilidad coloidal del mosto mediante la coagulación proteica y de eliminar ciertos off flavors volátiles, como el DMS entre otros.

A los 30 minutos de la ebullición se realizó la adición de los lúpulos ELLA y IDAHO 7 ambos con características herbales y florales para alcanzar el perfil de cerveza final que queremos conseguir.

S el mercado o adicionando la totalidad en la etapa de hervido.
 T Las características conseguidas al final del
 O Whirlpool fueron:
 F
 I
 N
 A
 L

El valor de amargor obtenido en el mosto fue de 22 IBUS. El valor de amargor tan bajo es producto de que nuestra receta está inspirada en la chicha poco amarga. Por la metodología de hervido que tenemos en la planta piloto, se define un hervido con apertura semi abierta en el punto de hervido vigoroso entre los 10- 15 min para mejor evaporación del DMS.

Whirlpool, enfriamiento y aireación

El mosto caliente fue trasferido al tanque Whirlpool a través de una entrada tangencial. Pudimos conseguir una formación de torta compacta en un tiempo de 20 minutos.

En esta etapa fueron adicionados el 50% restante de flores butterfly pea y también se realizó la adición de Zinc 5 min antes de la finalización del reposo en Whirlpool para asegurar la cantidad necesaria de Zinc para el crecimiento celular de la levadura en el tanque de fermentación. La adición de las flores butterfly pea en Whirlpool nos llevó a tener un desvío microbiológico por contaminación de enterobacterias, al no asegurar la correcta esterilización de las flores silvestres con la temperatura del mosto en el Whirlpool (80°C). Esta contaminación fue eliminada de manera natural en la etapa de fermentación. De este punto el principal aprendizaje fue buscar alternativas a la adición de las flores en esta etapa, ya sea reemplazado por algún tipo de concentrado que actualmente ya existe en

Parámetro	Targets
pH al final del Whirlpool	5,1
Extracto	13,7°P

TABLA 6 CARACTERÍSTICAS CONSEGUIDAS AL FINAL DEL WHIRLPOOL

Una vez separados los turbios del mosto caliente, se enfrió y aireó el mosto. La aireación de mosto se realizó con Oxigeno de uso alimentario, de característica X50S. Se utilizó una tasa de aireación de 8 ppm por un tiempo de transferencia de 24,6 minutos.

Parámetro	Targets
pH al final mosto frio	5,1
Extracto mosto frio (°P)	13,7°P
Volumen final mosto frio (litros)	55

TABLA 7 PARÁMETROS CONSEGUIDOS EN MOSTO FRÍO

FERMENTACIÓN



ILUSTRACIÓN 12 INOCULACIÓN DE LA LEVADURA EN EL MOSTO

El mosto fue transferido al tanque de fermentación con un volumen final de 55 litros. Se produjo una merma del 4% en la transferencia del mosto al tanque fermentador. La inoculación de la levadura se realizó a una temperatura de 18,9°C según la dosis recomendada por el proveedor Fermentis para la levadura US05 de 10 g por 20 litros.

La levadura US05 se rehidrató en agua estéril para poder realizar la inoculación en el tanque. Posteriormente fue inoculada en el tanque a una temperatura de 18,9°C.

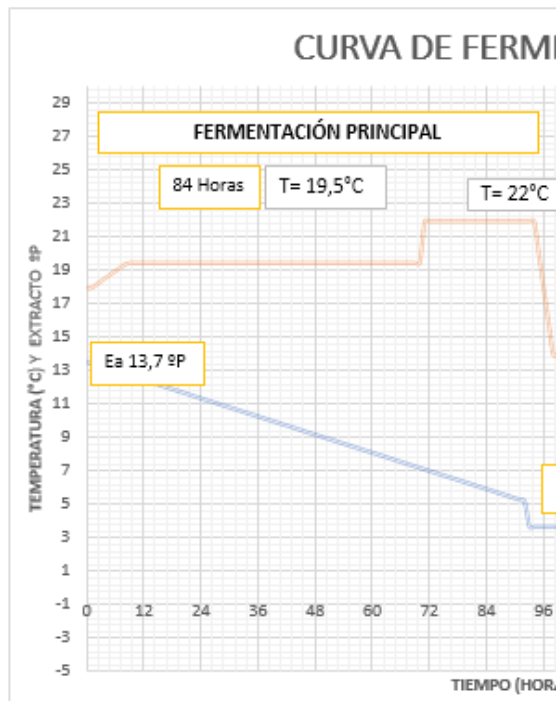
La fermentación se llevó a cabo en 9 días de fermentación principal, 1 día de enfriamiento y 7 días de guarda fría.

La curva de fermentación fue la siguiente:

El seguimiento de la fermentación se realizó con el control de los parámetros de pH, Extracto aparente, recuento de células (millones de células/ml) y % viabilidad de la levadura:

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
pH	4,72	4,24	4,04	3,96	3,89	3,89	3,89
Extracto	13,5	10,96	8,9	7,6	6,2	5,5	4,2
Temperatura	19	19	19	19	19	19	22
Recuento de Células	2,06	10,8	16,8	18,8	19,3	21,8	14,06
%Viabilidad	93%	92%	93%	84%	79%	70%	65%

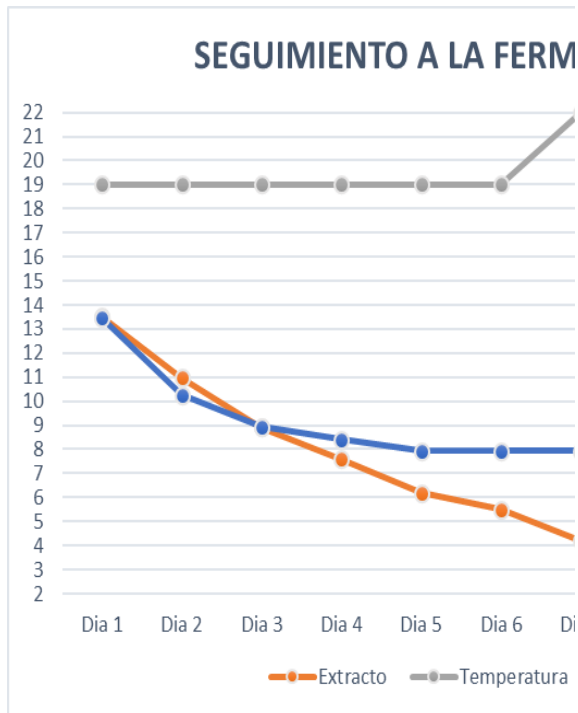
TABLA 8 SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN



GRÁFICA 2 CURVA DE FERMENTACIÓN

Seguimiento de la fermentación:

La fermentación principal tuvo una duración de casi 9 días, hasta que se confirmó el dato de extracto aparente en el tanque de fermentación en el décimo día, lo cual tuvo cierta diferencia con la fermentación planificada para nuestro proceso que con levadura ALE se esperaba durara entre 4 y 6 días. Tras investigar este desvío, concluimos que la dosis de siembra empleada estuvo en el límite inferior recomendado por el fabricante y que la temperatura inicial estuvo por debajo de la temperatura de trabajo de la levadura Safale US05. Esto pudo llevarnos a un arranque tardío de la fermentación y como consecuencia a la extensión en los días de la fermentación principal.



GRÁFICA 3 SEGUIMIENTO DE EXTRACTO, TEMPERATURA Y pH EN NUESTRA FERMENTACIÓN

Se realizaron las correspondientes purgas de la levadura decantada, y se observó que no floculaba correctamente ya que la consistencia observada no era tan compacta como debiera ser.



ILUSTRACIÓN 13 PURGA DE LEVADURA DÍA 10 INICIO DE LA GUARDA FRÍA

Esta situación nos llevó a tomar la decisión de realizar una filtración con filtros de placas para poder retirar toda la levadura del tanque y evitar exponer a cambios sensoriales no deseados a la cerveza en la guarda fría.

Realizamos el correspondiente análisis para averiguar las causas de este problema y llegamos a la conclusión de que las alguna de las materias primas auxiliares utilizadas en el proceso (butterfly pea) pudieron afectar a la floculación de la levadura.



ILUSTRACIÓN 14 PLACAS DE FILTRACIÓN DE CERVEZA EN GUARDA FRÍA

RESULTADO

Los datos obtenidos en la cerveza terminada respecto a la estabilidad coloidal, CO₂, estabilidad de espuma, y espacio en cabeza fueron los siguientes:

DATO	MEDIDA	CANTIDAD
Turbidez a 90º (coloidal)	EBC	8,85
Turbidez a 25º (por levadura)	EBC	10,8
Cantidad de CO ₂ en cerveza	g/l	4,50
Cantidad de aire en cerveza	ml	0,5
Espacio libre en cabeza	ml	22,07
Estabilidad Espuma	segundos	233

TABLA 9 ESPECIFICACIONES DE LA CERVEZA ENVASADA

PERFIL SENSORIAL / MARIDAJE

Perfil sensorial

Aroma: Aroma floral y herbal, procedente de la lavanda y el lúpulo. Muy limpia.

Apariencia: De color cobrizo-morado a cobrizo-rojo profundo. Cristalina. Baja espuma, de color blanco.

Sabor: Sabores moderados a malta, con predominancia de las notas herbales y terminando en una ligera acidez y sequedad. Sabor a lúpulo, pero con amargor medio-bajo. Acabado de medio-seco a seco. Límpida y suave. Con ésteres frutados.

Sensación en boca: De cuerpo liviano.

Carbonatación moderada. Suave.

Moderadamente atenuada (más como las Scottish ales). Puede tener una leve tibieza por alcohol.

Impresión general: Una cerveza fácil de tomar. Focalizada en el lúpulo y la lavanda.

Comentarios: Cuando se sirve muy fría el perfil floral y herbal pueden acentuarse.

Maridaje

‘Púrpura’ es un producto que busca generar inquietud en el sujeto. Al probarlo se espera un producto común relacionado con la cerveza normal, pero al beberlo un par de veces el consumidor se sorprende al descubrir los aromas florales de lavanda y lúpulo junto con una reminiscencia al té.

En nuestro caso hemos desarrollado un menú en el cual tratamos de unir la historia de nuestro producto con ingredientes locales de su zona de origen:

Los Chunguitos
CERVECERA
Púrpura
Una mezcla de sabores de aquí y allá, viaja por América

De la montaña... Arepas hechas de maíz con tar-tar de atún, cebolla roja y salsa tá

De la costa... Cebiche de pescado tigre, jugo de lima, aj

De nuestra experiencia... Tarta de queso de la abuela, simp
Con aránd

ETIQUETADO

La etiqueta para el producto es la siguiente:



ILUSTRACIÓN 16 ETIQUETA DEL PRODUCTO

Las dimensiones de la etiqueta son de 15,6 cm x 8,5 cm.

El producto también contará con un collarín cuyo diseño es el siguiente:

A
E
S
U
S
E
R
I
D
O
P
A
R
A



ILUSTRACIÓN 17 COLLARÍN DEL PRODUCTO

Las dimensiones son de 7,3 cm x 2,6 cm.

CONCLUSIONES

En primer lugar, como estudio del valor cervecero del maíz morado como materia prima cervecera, podemos asumir su valor en cuanto al aporte del color y sus características organolépticas. No obstante, debido a su baja friabilidad y limitado producto extraíble del grano, su uso en cervecería no es el adecuado para un rendimiento óptimo del mosto. No obstante, abre una nueva línea de investigación en cervecería debido a las posibilidades sensoriales que ofrece y a su beneficio como alimento funcional.

Seguidamente, confirmamos la viabilidad técnica del proyecto, a pesar de trabajar con una gran cantidad de adjuntos.

Desde una perspectiva logística, esta cerveza es rentable si la elaboración se da cerca de zonas productoras de maíz morado. Para la variante que hemos hecho sería viable en zonas de centro y alto Sudamérica, como Perú o Bolivia, donde la variante de maíz morado arequipeño es la más abundante. En España, este maíz se podría sustituir por el maíz negro gallego, o también llamado millo corvo, o millo neiro.

En cuanto al estilo cervecero, podemos afirmar que este nuevo estilo de cerveza morada aporta un valor añadido único en cuanto a la apariencia del producto y en cuanto al potencial storytelling que se le puede dar a una cerveza morada y de estilo Ale. Además, también presenta una bebestibilidad distinta y un perfil aromático único, atrayendo a un nuevo perfil de consumidores y reteniendo a los actuales.

La cerveza obtenida tiene ciertas características de alimento funcional, debido a sus propiedades y cómo la ingesta de estos en cantidades moderadas, pueden ser beneficiosos para el organismo.

Dentro del segmento premium actual de cervezas en España es un producto muy diferente, no sólo por su perfil organoléptico, sino también por su apariencia. No hay hoy en día una cerveza Ale morada dentro de este segmento.

Se pone en valor la realización de controles microbiológicos para corregir cualquier problema que pueda surgir durante las diferentes fases del proceso, para preservar la calidad del producto. En nuestros análisis detectamos la presencia de contaminaciones bacterianas, que fueron corregidas gracias a los análisis realizados.

Se han encontrado además alternativas a los procesos cerveceros más problemáticos, como la adición de la flor Butterfly Pea, que puede ser sustituida por un extracto, o diferentes adiciones de lavanda en otros momentos del proceso cervecero.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS LEGALES

- Código Alimentario Español: Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.
- Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.
- El Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado.
- Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta.
- Ugaz, (1997). "Colorantes Naturales". Capítulo IV. Antocianinas. Editorial Fondo editorial de la pontificia UNIVERSIDAD CATOLICA. Lima, Perú.
- Valera J. 2011. "Alimentación medicinal II". Indecopi. Perú
- Galecio, G., & Haro, C. (2012). Bebidas fermentadas en base a maíz negro, con el eco-tipo racino de uva y la variedad Mishca. Universidad Politécnica Salesiana.
- Hough, J. (1990). Biotecnología de la cerveza y de la malta. España: Acribia.
- Hough, J (2002). "Biotecnología de la cerveza y malta". Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. Pg. 23-27.
- Hops: their cultivation, composition and usage (2014). Biendl, M.; Schönberger, C.; Mitter, W. and others.

LIBROS

- Randy Mosher "Como catar cerveza". Ediciones omegas 2016 (del texto Randy Mosher 2009).
- García, M., & Ramírez, R. (2004). Biotecnología Alimentaria. Bebidas alcohólicas no destiladas. México: Limusa.
- Acevedo, E. (2004). Efecto de la nixtamalización sobre las características moleculares del almidón de variedades pigmentadas de maíz. Scielo.
- EBC Manual of Good Practice (1997): Hops and Hops products.
- The Hop Atlas: the history and geography of the cultivated plant (1994). Barth, H.J.
- Craft Beer & Brewing (2018)
- Cerveceros De España. (2020). Informe de cerveceros de España 2019. [https://cerveceros.org/uploads/5f6cb047a114e__Informe%20Socioeconomico 202019%20-](https://cerveceros.org/uploads/5f6cb047a114e__Informe%20Socioeconomico%202019%20-)

- %20Cerveceros%20de%20Espa%C3%B1a.pdf
- Kantar. (2020). Compra y consumo de cervezas fuera del hogar en España” 2019.
https://www.mapa.gob.es/images/es/informe2019_v2_tcm30-540250.pdf
 - Instituto Nacional de Estadística. (2020). Consumo aparente de cerveza: Suma de la producción y las importaciones restando las exportaciones.
 - Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A Nutritive Multipurpose Forage Legume for the Tropics - An Overview. S. Michael Gomez¹ and A. Kalamani^{2*}
 - Centre for Plant Molecular Biology, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India, 641003 2Centre for Plant Breeding and Genetics, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore - 3, India
 - Llano, María Clara, Campuzano, Marcela. La chicha, una bebida fermentada a través de la historia. ICAN, Colcultotutora, 1994.
 - Patiño, Victor Manuel. Historia de la cultura material en la America Equinoccial. Instituto caro y cuervo,1990.
 - Tu modelo de negocio (Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers), Alexander Osterwalder, 2010
 - Principios de Bioquímica, Escuela superior de cerveza y malta, Mariví Aguilar
 - Informe de Cerveceros de España 2017. (2018).
https://cerveceros.org/uploads/5b30d4612433a_Informe_Cerveceros_2017.pdf
 - Bowman, C., & Faulkner, D. O. (1997). Competitive and corporate strategy
 - Cuadrado, C. M., & Veblen, T. (2014). Teoría de la clase ociosa / The Theory of the Leisure Class (Poc Tra ed.). Alianza Editorial Sa.
- TESIS
- Chirinos y Pachari, 2006. CHIRINOS S PACHARI V, (2006). “Obtención de los Parámetros Óptimos en la elaboración de una bebida alcohólica, a partir de kiwicha (*Amaranthus Caudatus* Linnaeus) y Maiz (*Zea Mayz* L.) germinados”, (Tesis- pregrado) UNSA. Arequipa – Perú.
 - Carvajal e Insuasti, 2010: CARVAJAL M. Y INSUASTI A. (2010). “Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta* Crantz)” Universidad Técnica Del Norte, Ibarra - Ecuador.
 - Cisneros y Zamora, 2011 (Tesis- pregrado) CISNEROS V. Y ZAMORA C. (2011). “Propuesta técnica para el mejoramiento de la calidad de la cerveza tipo lager haciendo uso del

- método de espectrofotometría de resonancia magnética (ESR), en la cervecería Backus & Johnston Arequipa” – Perú.
- Ospina, 2012: OSPINA M. (2002). “Características físico-mecánicas y análisis de calidad en los granos”. Universidad Nacional de Colombia.
 - “Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum Vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)”

PAGINAS WEB

- Dirección de invención y nuevas tecnologías, “maíz morado”, lima 2016:
<https://www.indecopi.gob.pe/web/invenciones-y-nuevas-tecnologias/boletin-biopat-peru>. Boletín N°2 2016: Maíz Morado
- Statista. (2021). Precio medio anual de cerveza en España entre 2011 y 2020(en euros por kilogramo).
<https://es.statista.com/estadisticas/488698/precio-medio-de-cerveza-en-espana/>
- Osorio, V. M. (2020, 23 noviembre). Heineken ve una polarización en las ventas de cerveza: se disparan las «premium» y «low cost». EXPANSION.
<https://www.expansion.com/empresas/distribucion/2020/11/23/5fb980468aebf4248b4572.html>
- Las cervezas ‘premium’ ya suponen el 40% del mercado. (2020, 23

noviembre).

revistas.eleconomista.es.

<https://revistas.eleconomista.es/alimentacion/2020/diciembre/las-cervezas-premium-ya-suponen-el-40-del-mercado-XC5631541>

- Alimarket. (2021). Las ventas de cerveza en hostelería cayeron un 42% en 2020. Alimarket.es.
<https://www.alimarket.es/alimentacion/noticia/329261/las-ventas-de-cerveza-en-hosteleria-cayeron-un-42--en-2020>
- Reason Why. (2020). Los españoles cambian el bar por la hostelería organizada y la noche por el día.
<https://www.reasonwhy.es/actualidad/estudio-nielsen-estado-hosteleria-espana-2019>

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nos gustaría agradecer a todo el profesorado del Máster en Ciencia y Tecnología Cervecera, porque gracias a su experiencia y a su humanidad nos han transmitido sus conocimientos de la mejor de las maneras.

También aprovechamos la ocasión para agradecer al Grupo Dacsa por toda la ayuda durante el proyecto, y en especial a Mary Carmen Vidal y a María Librero, por habernos ayudado a la desgerminación, molienda y análisis del maíz morado para poder utilizarlo en nuestro proceso.

Agradecemos también a Iván Anaya, de Estrella Damm, por los análisis de Trans – 2-Nonenal realizados en el Laboratorio Central de Damm, que con las materias primas que trabajamos nos han sido de gran ayuda.

Muchísimas gracias a Cervezas Arriaca, y en especial a José Ángel Santiago, por toda la ayuda prestada durante el trabajo.

También agradecer a Alicia Muñoz, del grupo Barth Haas, por facilitarnos el lúpulo. Ella que ha ayudado bastante en el perfil organoléptico de la cerveza.

Además, para poder dar el toque floral a nuestra cerveza, la ayuda y colaboración de la Destilería Jardín de la Alcarria (Brihuega) ha sido esencial. Muchas gracias.

Otra empresa a la que debemos agradecer es Novozymes, y en especial a Paulo Braga por suministrarnos las enzimas necesarias para nuestras elaboraciones con alto contenido en adjuntos.

Por otra parte también agradecer a David Carriba de Fermentis por facilitarnos la levadura y por los consejos sobre su manejo.

Además, agradecer a Ricardo Pérez Sanz por toda su ayuda en las elaboraciones previas en el laboratorio de Alcalá de Henares, y a Marta García López por su ayuda en los análisis microbiológicos de nuestra cerveza, ya que, debido a la dificultad añadida de trabajar con materias primas distintas, nos ha supuesto un reto más difícil de lo habitual.

También agradecemos la ayuda que tanto Ana García, Esther Santalla como Lola

Jarandilla nos han brindado durante toda la fase de elaboración, fermentación y guarda, además del trato tan humano recibido por la ESCYM durante no sólo en la elaboración del proyecto, también durante todo el máster. Muchas gracias por habernos hecho sentir como en casa.

Además, agradecer a Alfredo De Castro, del grupo Mahou San Miguel por toda la ayuda prestada durante nuestro proyecto.

Agradecemos a todos los profesionales del sector que nos han ayudado, guiado y aconsejado durante nuestro trabajo de fin de máster, haciendo la toma de decisiones mucho más sencilla.

Por otra parte, también agradecer a nuestras familias, amigos, parejas, y empresas que nos han apoyado durante todo este máster, ya que sin ellos no habría sido posible.

Y, por último, agradecer a los compañeros de clase por este año tan bonito que hemos pasado, por todos los conocimientos compartidos durante el curso, y por todos los momentos que hemos pasado juntos durante estos 6 meses. Sabemos que salimos con una familia más.