

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Estudio de las condiciones del pretratamiento de maíz morado (*Zea Mays L.*) para su utilización como adjunto en la elaboración de cerveza**

**Melissa Estefanía Lucero Calvache  
Estefany Dennis Gordon Luna**

**Ingeniería en Alimentos**

Trabajo de integración curricular presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniería en Alimentos

Quito, 10 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Estudio de las condiciones del pretratamiento de maíz morado (*Zea Mays*  
L.) para su utilización como adjunto en la elaboración de cerveza**

**Melissa Estefanía Lucero Calvache**

**Estefany Dennis Gordon Luna**

**Calificación:**

**Nombre del profesor, Título académico:**

**Lucía Ramírez, Ph.D**

**Firma del profesor:**

\_\_\_\_\_

Quito, 10 de diciembre de 2019

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Melissa Estefanía Lucero Calvache

Código: 00125498

Cédula de identidad: 1720109923

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Estefany Dennis Gordon Luna

Código: 00124619

Cédula de identidad: 1723967749

Lugar y fecha: Quito, 10 de diciembre de 2019

## RESUMEN

La cerveza es una de las bebidas de mayor producción y consumo del mundo. Además de la materia prima base necesaria para su producción, adjuntos cerveceros son empleados con distintos propósitos. Los adjuntos deben someterse a pretratamientos si su temperatura de gelatinización excede la temperatura óptima de la  $\beta$ -amilasa ( $62^{\circ}\text{C}$ ). El objetivo fue comparar la cocción a presión atmosférica (CA) y a 15 psi (CP) del maíz morado (*Zea Mays L.*), para obtener la mayor cantidad de azúcares fermentables y antocianinas y utilizarlo como adjunto cervecero, además de la percepción del consumidor a través de una prueba sensorial. Se realizaron los pretratamientos siguiendo un DCA con un solo factor (tipo de cocción). El maíz obtenido en cada pretratamiento pasó por un proceso de maceración por 1h15 min a  $72^{\circ}\text{C}$ . Se analizaron los sólidos solubles, contenido de antocianinas y pH en los mostos. Se encontró mayores sólidos solubles en CA (14,0 y  $12,25\pm 0,21$  °Brix para CA y a CP, respectivamente), mientras que CP tuvo un mayor contenido de antocianinas ( $47,04\pm 3,36$  y  $59,99\pm 1,73$  mg/L para CA y a CP, respectivamente). No existió diferencia significativa entre los tratamientos en la variable de respuesta de pH. Para la elección del mejor mosto se utilizó una tabla de ponderación en la cual los sólidos solubles tenían la mayor ponderación, y el pH el menor puntaje. Se elaboró una cerveza tipo American Lager utilizando 49% de maíz usando CA y una cerveza control. Se aplicó una prueba afectiva con 60 consumidores utilizando una escala hedónica de 7 puntos en la que los atributos evaluados fueron sabor, amargor, olor y aceptación global. Solo existió diferencia significativa en la aceptación global, adquiriendo la cerveza control mayor calificación. La cerveza con maíz morado presentó una media de todos sus atributos entre 4,98-5,42 indicando aceptación por el consumidor

**Palabras clave:** antocianinas, adjuntos, maíz morado, maceración, cerveza.

## ABSTRACT

Beer is one of the most produced and consumed beverages in the world. In addition to the basic raw material necessary for its production, beer brewers are used for different purposes. Adjuncts should undergo pretreatment if their gelatinization temperature exceeds the optimum temperature of  $\beta$ -amylase (62 °C). The objective was to compare the cooking at atmospheric pressure (CA) and 15 psi (CP) of purple corn (*Zea Mays* L.), to obtain the greatest amount of fermentable sugars and anthocyanins and use it as a beer adjunct, in addition to consumer perception through a sensory test. Pretreatments were performed following a DCA with a single factor (type of cooking). The corn obtained in each pretreatment went through a mashing process for 1h15 min at 72 °C. The soluble solids, anthocyanin content and pH in the worts were analyzed. Higher soluble solids were found in CA (14,0 y 12,25 $\pm$ 0,21 °Brix for CA and CP, respectively), while CP had a higher anthocyanin content (47,04 $\pm$ 3,36 y 59,99 $\pm$ 1,73 mg/L for CA and CP, respectively). There was no significant difference between treatments in the pH response variable. For the selection of the best wort, a weighting table was used in which the soluble solids had the highest weighting, and the pH the lowest. An American Lager beer was made using 49% of corn under CA and a control beer. An affective test was applied with 60 consumers using a 7-point hedonic scale in which the evaluated attributes were taste, bitterness, smell and global acceptance. There was only a significant difference in global acceptance, with the control being the most accepted. Beer with purple corn presented an average of all its attributes ranging from 4,98 to 5,42 indicating acceptance by the consumer.

**Key words:** anthocyanins, adjuncts, purple corn, mashing, beer.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
Preparación de la muestra para los pretratamientos .....	12
Pretratamientos .....	12
Maceración.....	13
Extracción de antocianinas .....	14
Contenido total de antocianinas monoméricas.....	14
Diseño experimental y análisis estadístico de los datos .....	15
Elaboración de cerveza .....	16
Determinación de parámetros fisicoquímicos de las cervezas.....	17
Evaluación Sensorial.....	17
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
Parámetros físico-químicos del maíz morado .....	18
Sólidos solubles .....	18
pH .....	20
Contenido total de antocianinas monoméricas.....	20
Punto óptimo.....	21
Fermentación.....	22
Cerveza final.....	23
Evaluación sensorial.....	24
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>
<b>Anexo A: FICHA TECNICA DE LA LEVADURA SAFLAGER W-34/70.....</b>	<b>34</b>
<b>Anexo B: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....</b>	<b>35</b>
<b>Anexo C: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Tratamientos</b> .....	15
<b>Tabla 2. Especificaciones para las variables de salida</b> .....	15
<b>Tabla 3. Formulación de los granos base para la elaboración de las cervezas</b> .....	16
<b>Tabla 4. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de sólidos solubles (°Brix), pH y contenido de antocianinas (mg/L) de los tratamientos</b> .....	18
<b>Tabla 5. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos</b> .....	19
<b>Tabla 6. Ponderación de los tratamientos</b> .....	21
<b>Tabla 7. Parámetros físicoquímicos de la cerveza de maíz morado y la cerveza control</b>	24
<b>Tabla 8. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de sabor, amargor, olor y aceptación global de los tratamientos</b> .....	25
<b>Tabla 9. Nivel de agrado de los tratamientos</b> .....	25
<b>Tabla 10. Nivel de agrado de los tratamientos</b> .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Curva de maceración .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2. Comportamiento de los sólidos solubles de las cervezas durante la etapa de fermentación .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 3. Comparación de la aceptación entre hombres y mujeres .....</b>	<b>26</b>



## INTRODUCCIÓN

La cerveza es una de las bebidas de mayor producción y consumo en el mundo. En Latinoamérica y el Caribe, la población consume anualmente una media de 8,4 litros de alcohol siendo el 55% atribuido al consumo de cerveza (Moreno, 2015). En el Ecuador, el 12% del total de la población mayor a 12 años de edad consume al menos una lata como ración; se destaca al sector urbano y a individuos de 25 a 34 años como potenciales compradores (INEC, 2015).

La materia prima utilizada para la producción de cerveza es malta, lúpulo, levadura y agua. Sin embargo, adjuntos cerveceros también pueden ser empleados. La malta proviene de distintas variedades de cebada que se germinan, secan y tuestan. Por otro lado, las flores de lúpulo son las encargadas de otorgar aroma y amargor a la cerveza. La levadura es el microorganismo clave para dar lugar a la fermentación. Además, la concentración inicial de este microorganismo predice la densidad del mosto, la concentración de azúcar residual, la concentración alcohólica y el dióxido de carbono liberado (Garduño, López, Ruíz, y Martínez, 2014).

El tipo de levadura también determina si la fermentación es alta (Ale) o baja (Lager). Específicamente, la levadura tipo Lager tiene temperaturas de fermentación de 9 a 22 °C y un ideal de 12 a 15 °C. Este tipo de levadura se caracteriza por otorgar gustos florales y afrutados a la cerveza final (Fermentis, 2018).

Si bien la cebada es el cereal que debe ser usado como principal ingrediente para la elaboración del producto según la norma INEN 2262 (2013), se pueden emplear también adjuntos cerveceros con distintos propósitos. Se usan con frecuencia avena, mijo, arroz, trigo y maíz amarillo. Entre los beneficios que trae el uso de otros cereales en la industria cervecera

está la conveniencia en el precio, mayor accesibilidad de la materia prima en la región y el desarrollo de nuevas características organolépticas (Espinoza, 2016).

El maíz morado (*Zea Mays L.*) es originario de distintas regiones de América en especial de Perú y México. En Ecuador, es cultivado principalmente en el callejón Interandino entre los meses de septiembre y enero. A pesar de su alto valor nutricional y contenido de antocianinas, el consumo de esta variedad de maíz todavía es limitado (Lizano, 2012), pero potencialmente atractivo para la industria de alimentos.

El maíz morado está compuesto por 77% de carbohidratos aproximadamente, se destaca el almidón en maíces comerciales con valores promedio de 27% de amilosa y 73% de amilopectina (Apaza y Atencio, 2017). El almidón es esencial en la elaboración de cerveza, ya que mediante reacciones enzimáticas se hidroliza para producir los azúcares fermentables por la levadura. Además, el maíz morado presenta alrededor de 4910 mg de antocianinas/kg, que son hidrosolubles con propiedades funcionales, como la prevención del riesgo de padecer enfermedad coronaria, cáncer, diabetes, entre otros (Aguilera-Ortiz, 2011).

La producción de cerveza inicia con la mezcla de las variedades de malta y luego se realiza la molienda. Los granos que se usan como adjuntos cerveceros se someten a un pretratamiento y después son agregados al proceso de maceración. El proceso continúa con una filtración, hervor y lupulización, enfriamiento, inoculación de levadura, fermentación, maduración y finalmente el embotellado (Carvalho, Silva, Bento, Vicente, Teixeira, das Graças, y Silva, 2009).

Algunos adjuntos cerveceros deben someterse a un pretratamiento si su temperatura de gelatinización excede la temperatura óptima de la enzima de la malta  $\beta$ -amilasa (62°C). El tratamiento debe lograr que se gelatinice el almidón para que la enzima pueda trabajar y sea efectiva (Delcour y Hosoney, 2010). El maíz morado necesita ser tratado antes de entrar al

proceso de maceración porque su temperatura de gelatinización está entre 65°C y 79°C (Agama, Ottenhof, Farhat, Paredes, Ortíz, y Bello, 2005).

Durante la maceración se produce la degradación de proteínas a péptidos y aminoácidos, y de almidones a acrodextrinas, eritodextrinas, y monosacáridos (Gisbert, 2016). Además, se obtiene el mosto cuyos azúcares son fermentados en etapas posteriores por la acción de microorganismos para adquirir el grado alcohólico de la bebida. El mosto debe conservar un balance de los macronutrientes entre la malta de cebada y los adjuntos para evitar déficits enzimáticos y turbidez (Espinoza, 2016).

El uso del maíz morado en alimentos procesados fomentaría su cultivo y motivaría a la utilización de ingredientes locales. Este cereal es muy reconocido por sus pigmentos que se usan como reemplazo de colorantes sintéticos en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos (Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, 2017).

El objetivo de este trabajo fue estudiar diferentes tratamientos térmicos en maíz morado (*Zea Mays* L.) para su utilización como adjunto en el proceso de maceración para la elaboración de cerveza. Se evaluó la cocción a presión atmosférica y a presión de 15 psi como pretratamientos para obtener la mayor concentración de azúcares fermentables y antocianinas, además de la percepción del consumidor a través de una prueba sensorial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de la muestra para los pretratamientos

Se utilizó dos variedades de maíz morado (*Zea Mays L.*). La primera fue desarrollada por el Departamento de Ingeniería en Agroempresas de la Universidad San Francisco de Quito entre 2006-2018, y fue cultivada en la provincia de Pichincha (Ecuador), en los meses de abril y mayo de 2019. La segunda variedad fue cultivada por agricultores de la provincia de Cotopaxi (Ecuador), de octubre a diciembre de 2018. Las dos variedades se mezclaron en una proporción 1:3 respectivamente.

Se recibió el maíz en forma desgranada y seca, y se almacenó a 4°C hasta su utilización. Se determinó la humedad (AOAC 925.10) y el contenido de antocianinas (AOAC 2005.02). Se eliminó las impurezas y los granos dañados. La selección se realizó usando el peso hectolítrico (norma NMX-FF-034/1, 2002) y el peso de 100 granos de acuerdo a la metodología de CIMMYT (2016). Los granos enteros se molieron en un molino manual de granos y el maíz molido se almacenó a 4 ° C hasta su uso.

### Pretratamientos

Las condiciones de cocción fueron determinadas mediante experimentos preliminares. Se realizaron los siguientes pretratamientos:

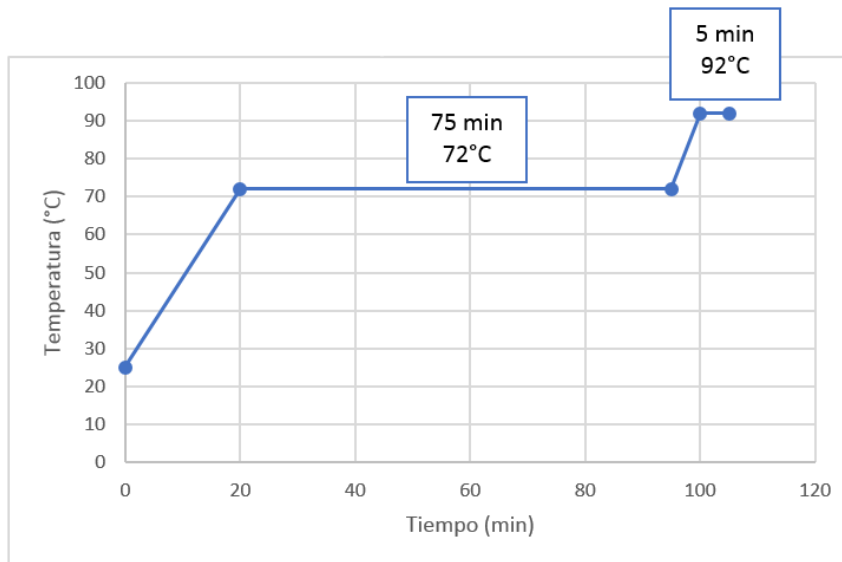
- a. **Cocción a presión de 15 psi (CP):** En frascos individuales de vidrio se adicionó 70 g de maíz molido y 280 mL de agua. Los frascos se colocaron en una olla de presión de acero inoxidable a 15 psi y se cocinó por 10 min.
- b. **Cocción a presión atmosférica (CA):** 500 g de maíz molido se llevaron a ebullición (92 °C) en una olla de acero inoxidable con tapa. La cocción se realizó en 1.5 L de agua iniciales, a los 5 min de cocción se adicionó 1 L de agua y a los 10 min 1 L. En total se cocinó la muestra por 20 minutos.

Cada método de cocción se realizó por duplicado. Se tomó muestras en frascos de vidrio envueltos con papel aluminio que fueron congelados a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

### Maceración

En una olla de acero inoxidable se colocó 489 g de malta Pilsen, 30.6 g de malta Múnich junto con el producto resultante de cada uno de los pretratamientos anteriores. Se agregó agua hasta completar 5,1 L.

La maceración (Figura 1) se realizó a  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 1h15 min para la acción de alfa amilasas y luego a ebullición por 5 minutos para provocar la inactivación enzimática (Delcour y Hosoney, 2010). Cada 10 minutos se tomó muestras para medir pH y sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ); cada 30 minutos se realizó la prueba de yodo. Posteriormente, se filtró el líquido utilizando un cernidor de acero inoxidable. Las muestras se guardaron en frascos de vidrio envueltos en papel aluminio y se congelaron a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 1. Curva de maceración**

### **Extracción de antocianinas**

El maíz crudo molido, las muestras de los pretratamientos y las muestras de la maceración fueron sometidos a una extracción de antocianinas utilizando el método descrito por Jing, Noriega, Schwartz, y Giusti (2007) con modificaciones.

El maíz crudo molido pasó a través de un tamiz N° 20 de la marca *Market Grade Sieve*. Las muestras obtenidas de los pretratamientos y de la maceración fueron precongeladas a  $-70$  °C y liofilizadas en un liofilizador (Biobase) a  $-70.9$  °C y 50 Pa. Luego, se molió en un mortero y tamizó bajo las mismas condiciones que el maíz crudo molido.

Se colocó 2 g de harina en un matraz con 25 mL de acetona acuosa al 70% acidulada con HCl al 0.01% y se agitó por 5 minutos. Se determinó el pH que debía estar cercano a 1 y en los casos necesarios se ajustó con HCl concentrado. Utilizando un agitador de plataforma *Fisher Scientific* se agitó a 100 rpm a temperatura ambiente por una hora. Se filtró a través de papel filtro N°1 y la suspensión se lavó con 10 mL de acetona acidificada.

El filtrado fue transferido a tubos de centrifuga y se agregó 15 mL de cloroformo, se mezcló por 5 segundos, se refrigeró a 4 °C por 20 minutos y se centrifugó a 2000 rpm por 10 minutos. Este proceso provocó una separación en dos fases. La capa superior (agua y acetona) se recogió y la capa inferior fue desechada porque contenía cloroformo y acetona. Finalmente, los extractos fueron completados a 25 mL con agua acidificada al 0.01% con HCl.

### **Contenido total de antocianinas monoméricas**

Fue determinado siguiendo el método de pH diferencial (AOAC 2005.02). Se utilizó un espectrofotómetro UV-visible (Mettler-Toledo) para medir absorbancia a 510 y 700 nm. El contenido de antocianina se expresó como mg/L de cianidina, por lo que se consideró el coeficiente de absorptividad molar de  $26900 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$  y un peso molecular de 449.2 g/mol.

## Diseño experimental y análisis estadístico de los datos

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un solo factor: tipo de cocción con dos tratamientos (Tabla 1). Se realizó 2 repeticiones debido a la complejidad y tiempo de duración de los procesos. Los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANOVA) considerando una distribución normal y para determinar si existían diferencias entre muestras al 0.05 de significancia. Se utilizó Minitab 17 Statistical Software (2010). Las especificaciones de las variables de salida para el mosto se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 1. Tratamientos**

Factor	Tratamientos
Tipo de cocción	Presión de 15 psi (10 min)
	Presión atmosférica (20 min)

**Tabla 2. Especificaciones para las variables de salida**

Variable de respuesta	Especificación	Referencia
Sólidos solubles	Mayor contenido	--
Contenido de antocianinas	Mayor contenido	--
pH	5,2-5,8	(Lewis y Bamforth, 2007)

El mejor tratamiento fue escogido de acuerdo a la ponderación de cada variable de respuesta. Sólidos solubles (3), ya que la cantidad de azúcares fermentables es esencial en el proceso de fermentación. Contenido de antocianinas (2), porque se buscó tener un mosto con

el mayor contenido posible, sin embargo, las antocianinas no influyen en la obtención de alcohol y el pH (1), por el efecto en la actividad enzimática.

### Elaboración de cerveza

Se elaboró dos lotes de cerveza tipo American Lager (Tabla 3): el lote control y el lote experimental. Se preparó la cerveza experimental utilizando el mejor mosto obtenido (20 kg de granos base, 50 g de lúpulo tipo “Perle” y 65 g de levadura “Saflager W-34/70” de Fermentis).

**Tabla 3. Formulación de los granos base para la elaboración de las cervezas**

Ingrediente	Cerveza experimental		Cerveza control	
	g/100 g	kg	g/100 g	kg
Maíz	49	9,8	0	0
Malta Munchen	3	0,6	3	0,6
Malta Pilsen	48	9,6	97	19,4
TOTAL	100	20	100	20

Antes del proceso de maceración se consideró:

- a) Para la cerveza control se inició con 100L de agua y cereales en las cantidades detalladas.
- b) Para la cerveza de maíz morado se realizó una precocción de 9.8 kg de maíz en 30 L de agua a ebullición, siguiendo la formulación correspondiente. Luego se añadió 20 L de agua a los 5 min de cocción y 20 L de agua a los 10 min de tratamiento. El tiempo total de cocción fue de 20 min a temperatura de ebullición. Tanto el agua de cocción como el maíz cocido se llevaron a la maceración. Se agregó agua para completar los 100 L.

La malta se adicionó lentamente bajo agitación constante en una marmita de maceración. Se siguió el mismo protocolo de temperatura de maceración utilizado en la ejecución de los pretratamientos, asimismo se midió pH y sólidos solubles cada 10 minutos y cada 30 minutos



la prueba de yodo. Al terminar la maceración se hizo una pausa de agitación de 1h, se filtró y se recolectó el mosto.

El mosto se llevó a la marmita de hervor y se añadió la cantidad de agua necesaria para llegar a 11 °Brix. Se agregó 220 g de lúpulo al inicio de la ebullición, que se mantuvo por 1 h. Se separó el trub formado, el mosto pasó al tanque de fermentación y se enfrió hasta alcanzar 15 °C antes de la inoculación con la levadura. La activación de la levadura siguió las especificaciones de la ficha técnica del proveedor (Saflager W-34/70, Anexo A). La crema obtenida después de la activación se agregó al tanque de fermentación.

La fermentación duró 20 días a 15 °C y la etapa de maduración fue de 4 semanas. Al mosto se le agregó 60 g de azúcar y se maduró en botellas de 330 ml a 15°C. Cuando la maduración terminó las botellas se almacenaron a 4 °C.

### **Determinación de parámetros fisicoquímicos de las cervezas**

Se realizaron distintas determinaciones fisicoquímicas de la cerveza control y experimental. Se midió sólidos solubles (°Brix) (AOAC 932.12), porcentaje de acidez total expresado como ácido láctico (NTE-INEN 2323), pH (NTE-INEN 2325), turbidez (unidad nefelométrica, NTU) (Castañeda, Andrade, Argüello, y Vernaza, 2018) y % contenido alcohólico (NTE-INEN 2322)

### **Evaluación Sensorial**

Se aplicó una prueba afectiva para evaluar el nivel de agrado de la cerveza control y la experimental utilizando una escala hedónica de 7 puntos, siendo el número 7 “Me gustó mucho” y el 1 “Me disgustó mucho” (Anexo B). Los atributos que se evaluaron fueron sabor, amargor, olor y aceptación global.

La prueba se realizó en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito con 60 jueces consumidores de edades entre 18 y 35 años (36 hombres y 24 mujeres).

Se asignaron códigos a las muestras: 970 para la cerveza control y 241 a la cerveza experimental. Para enmascarar el color se sirvió 100 mL de cada una a 4°C (Panda, Panda, Swain, Ray, y Kayitesi, 2015) en vasos negros PET (Rudnitskaya, et al., 2009), en orden aleatorizado, en bandejas de poliestireno. Se incluyó una galleta de soda para eliminar sabores residuales entre las muestras y un vaso con agua para enjuague (Ghasemi, Mohtasebi, Rodriguez, Lozano, Razavi, Ahmadi, y Apetrei, 2012). Además, se utilizó luz roja al momento de realizar la prueba (Anzaldúa-Morales, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros físico-químicos del maíz morado

El maíz tuvo una humedad de  $10,92 \pm 0,48$  (g/100g) y contenido de antocianinas (mg/L) de  $68,30 \pm 3,46$ .

Como se observa en la Tabla 4 hubo diferencia significativa en los tratamientos ( $p < 0,05$ ) en relación a sólidos solubles y contenido de antocianinas.

**Tabla 4. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de sólidos solubles (°Brix), pH y contenido de antocianinas (mg/L) de los tratamientos**

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios		
		Sólidos solubles	pH	Contenido de antocianinas
Total	3			
Tratamientos	1	3,06*	0,26 N.S.	172,66*
Error experimental	2	0,02	0,19	7,64

\*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

N.S. no significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

### Sólidos solubles

El mosto proveniente del maíz morado tratado con CA presentó mayor contenido de sólidos solubles ( $p < 0,05$ ) (Tabla 5). Esto pudo ocurrir debido a la relación entre la

gelatinización del almidón y la temperatura (Martínez, Lapo, Pérez, Zambrano, y Maza, 2015). Durante CP, tras el aumento de temperatura de ebullición, algunos gránulos de almidón pueden gelatinizar por completo antes que otros dando lugar a una baja proporción de amilosa dispersada (Ratnayake y Jackson, 2006). Asimismo, Ojeda (1998) en su estudio de la cinética de la gelatinización del arroz no encontró el máximo porcentaje de gelatinización al aplicar una mayor presión. De tal manera que, con la falta de gelatinización pudo haberse evitado que la hidrólisis suceda en el mismo grado (Hui, 2005) en la etapa de maceración.

La gelatinización hace al almidón más susceptible a la alfa amilasa (Sagum y Arcot, 2000). Por lo tanto, puede obtenerse mayores sólidos solubles aplicando la precocción del maíz morado a CA en comparación a CP.

Sagum y Arcot evaluaron distintos métodos de cocción del arroz y encontraron diferencias significativas en el contenido total de almidón del producto cocinado a ebullición y a presión por encima de la atmosférica, debido al efecto de la gelatinización provocado por la combinación de calor y almidón en exceso de agua (2000) y que a su vez podría representar cambios en los sólidos solubles.

**Tabla 5. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos**

Análisis fisicoquímicos	Cocción a presión atmosférica*	Cocción a presión de 15 psi*
Sólidos solubles (°Brix)	14,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	12,25 ± 0,21 <sup>b</sup>
pH	5,64 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,13 ± 0,60 <sup>a</sup>
Contenido antocianinas (mg/L)	47,04 ± 3,36 <sup>b</sup>	59,99 ± 1,73 <sup>a</sup>

\*Medias ± DE

\*Medias con letras distintas indican diferencia significativa (p<0,05)

## **pH**

No existió diferencia significativa en el pH de los tratamientos (Tabla 4). Durante el proceso de maceración mientras se aumenta la temperatura el pH tiende a bajar. El rango oscila entre 5,2 a 5,8 en esta etapa, pero depende de varios factores como: la naturaleza del agua, las maltas y los adjuntos. Por ejemplo, agua con una alta dureza puede hacer que este parámetro esté en el extremo más bajo del rango mencionado. En el caso de las maltas, mientras más oscuras, tienden a bajar más el pH que si se usa maltas más claras. En cambio, maceraciones que lleven adjuntos tienden a tener un pH más alto que procesos en los que se usan solamente maltas (Lewis y Bamforth, 2007).

El pH es el segundo factor luego de la temperatura que afecta a la actividad enzimática en la maceración. Es importante controlar este parámetro para que todo el almidón se pueda convertir en azúcares simples (Palmer, 2017). Para la enzima alfa amilasa el pH óptimo es 5,6 a 5,8, mientras que para la beta amilasa el ideal está entre 5,4 y 5,5 (Verhagen, 2010). Esto puede explicar porque la CA resultó en una mayor conversión de almidón, ya que su mosto no fue tan ácido como el de CP.

## **Contenido total de antocianinas monoméricas**

Los tipos de cocción del maíz morado tuvieron un impacto significativo en la retención del contenido de antocianinas monoméricas (Tabla 5). La CP generó un mayor contenido de antocianinas en el mosto ( $p < 0,05$ ), lo que sugiere que hubo una mayor liberación de este pigmento hacia el agua aplicando este pretratamiento. La estabilidad de las antocianinas y de otros pigmentos de los alimentos disminuye con el aumento de la temperatura (Xu y Chang, 2008). Harakotr, Suriharn, Tangwongchai, Scott, y Lertrat (2014), observaron que al cocinar

maíz morado ceroso a presión atmosférica existió una pérdida de antocianinas del grano por su rompimiento molecular, no porque pasen al agua de cocción.

Otros estudios indican que la sensibilidad al calor de las antocianinas depende de la naturaleza de las condiciones de operación y del ambiente fisicoquímico durante el tratamiento, por lo cual, es complejo hacer comparaciones con datos de otras investigaciones (Ioannou, Hafsa, Hamdi, Charbonnel, y Ghoul, 2012).

El tiempo de cocción influye sobre las pérdidas de antocianinas. En general, a mayor tiempo de cocción la pérdida del pigmento es mayor (Rodrigues, Pérez, García, y Simal, 2009). En este estudio, el tiempo más corto de procesamiento fue mediante CP, sin embargo, fue el tipo de pretratamiento que generó el mayor contenido de antocianinas en el mosto ( $p < 0,05$ ), y por lo tanto menores pérdidas del grano. Esto puede ser atribuido a la influencia de otros factores de la cocción como el pH, tipo de agua utilizada, temperatura, entre otros (Hirota et al, 1998).

### **Punto óptimo**

El mejor tratamiento fue la cocción normal con 4 puntos de ponderación (Tabla 6). Por lo tanto, para la elaboración de la cerveza se utilizó el maíz morado que pasó por un pretratamiento de CA.

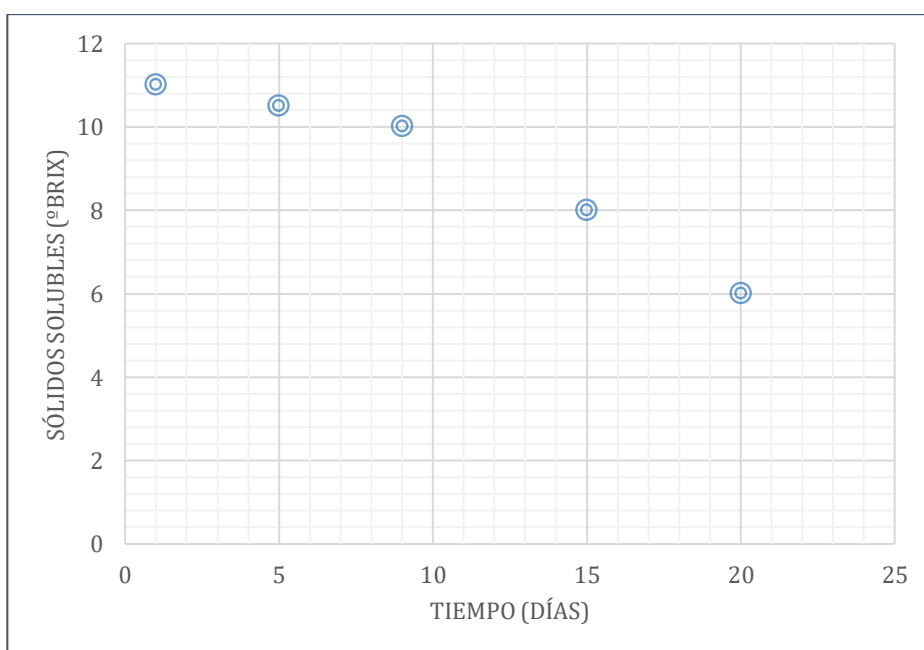
**Tabla 6. Ponderación de los tratamientos**

Variables de respuesta	Tratamientos	
	Cocción a presión atmosférica	Cocción a presión de 15 psi
Sólidos solubles	3	0
Contenido de antocianinas	0	2
pH	1	0
<b>Total puntos</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

## Fermentación

Durante los primeros días de la fermentación cuando aún existe oxígeno, las levaduras se reproducen y tienen una respiración aerobia en la que no se produce alcohol. El momento en el que se acaba el oxígeno, empieza la respiración anaerobia y se activa un metabolismo fermentativo. Las levaduras utilizan la ruta glucolítica Emden-Meyerhof-Parnas para transformar los azúcares fermentables como la glucosa, en etanol y dióxido de carbono (Adams y Moss, 2008).

En la Figura 2., se muestra como los sólidos solubles se redujeron de 11 a 6 en 20 días. A los 15 días de fermentación se llegó a 6 °Brix, pero se fermentó 5 días más para comprobar que este proceso había terminado. Cuando la cantidad de sustrato disminuye, la fase logarítmica de propagación llega a su fin y la fermentación termina, por lo que la cantidad de azúcares fermentables se estabiliza y ya no disminuye. La levadura empieza a flocular, y el aumento del alcohol y CO<sub>2</sub> afectan las funciones del microorganismo (Sancho, 2015).



**Figura 2. Comportamiento de los sólidos solubles de las cervezas durante la etapa de fermentación**

### **Cerveza final**

La acidez y el pH de los dos tipos de cerveza (Tabla 7) cumplieron con los requisitos de la norma NTE-INEN 2262, que establece que una cerveza no puede tener una acidez mayor a 0,3% expresada como ácido láctico y el pH debe estar entre 3,5 y 4,8. El contenido alcohólico de la cerveza experimental fue de  $4,60 \pm 0,1$  % a 20 °C que está dentro del rango de 1 a 10% de la norma respectiva.

Por otra parte, la cerveza experimental presentó mayor turbidez que la cerveza control. Las cervezas tienen distintas formulaciones de granos base, por lo que la cantidad de proteínas, carbohidratos, polifenoles y otros compuestos pueden interferir para precipitar y generar turbidez (Steiner, Becker y Gastl, 2010). Según Speers, Jin, Paulson, y Stewart (2003), la categorización de la claridad de la cerveza ubicaría a la cerveza control como “brillante” (<35 NTU) y a la cerveza experimental como “levemente opaca” (69-138 NTU).

Los sólidos solubles en los dos tipos de cerveza final disminuyeron porque fueron sometidas a una fermentación secundaria o maduración, con adición de azúcar (sacarosa) luego de la fermentación. Esto hizo que la levadura continuara con su actividad y se consumieran azúcares fermentables con la producción de dióxido de carbono. El incremento de este gas puede significar un incremento en la carbonatación de las cervezas (Young, 2019).

**Tabla 7. Parámetros físicoquímicos de la cerveza de maíz morado y la cerveza control**

Tipos de cerveza	Experimental	Control
Parámetros físico químicos		
Sólidos solubles (°Brix)	5,90±0,00	5,203±0,00
Acidez total (% , como ácido láctico)	0,27±0,16	0,27±0,22
pH	4,47±0,01	4,65±0,06
Turbidez (NTU)	121,50 ± 0,70	14,55 ± 0,35
Contenido alcohólico a 20 °C (%)	4,60 ± 0,1	-

### Evaluación sensorial

La cerveza control (970) y la cerveza experimental (241) solo presentaron diferencia significativa en la percepción global (Tabla 8). En la formulación 970, todos sus atributos tuvieron una media entre 5,20-5,85 (Tabla 9, Tabla 10) que corresponden a calificaciones entre “Me gustó poco” y “Me gustó moderadamente”. La formulación 241 presentó una media de todos sus atributos entre 4,98-5,42 ubicándose entre “Ni me gustó, ni me disgustó” y “Me gustó moderadamente”. A pesar de que en global la muestra control (970) tuvo mayor nivel de agrado ( $p < 0,05$ ), tanto la cerveza control como la experimental demostraron aceptación por parte del consumidor.

No existió diferencia significativa entre los jueces en cuanto a sabor, amargor y percepción global (Tabla 8) lo cual indica confiabilidad en sus respuestas. Únicamente hubo diferencia significativa entre los panelistas en la evaluación del olor de los tratamientos. Los jueces, al no estar familiarizados con la manera de analizar el olor de la cerveza o al ser consumidores, su juicio puede estar afectado por cierta variabilidad (Íbañez y Barcina, 2001).



**Tabla 8. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de sabor, amargor, olor y aceptación global de los tratamientos**

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios			
		Sabor	Amargor	Olor	Global
Bloques	59	1,30 <sup>N.S.</sup>	1,85 <sup>N.S.</sup>	1,90*	1,08 <sup>N.S.</sup>
Tratamientos	1	4,03 <sup>N.S.</sup>	1,63 <sup>N.S.</sup>	3,00 <sup>N.S.</sup>	5,63*
Error experimental	59	1,41	1,43	0,97	0,95
Total	119				

\*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

N.S. no significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

**Tabla 9. Nivel de agrado de los tratamientos**

Atributo	970 <sup>1</sup>	241 <sup>2</sup>
Sabor	5,63±1,18	5,27±1,15
Amargor	5,2±1,30	4,98±1,27
Olor	5,55±1,24	5,23±1,15

Valores medios ± desviación estándar (n=60). Formulación: <sup>1</sup>Control; <sup>2</sup>Cerveza experimental.

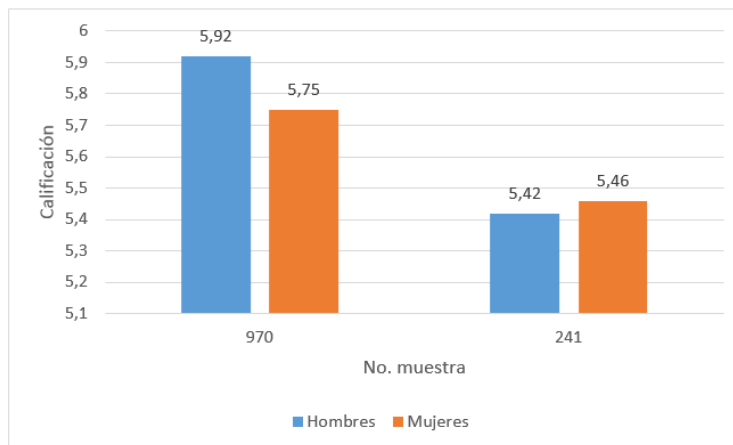
**Tabla 10. Nivel de agrado de los tratamientos**

Atributo	970 <sup>1</sup>	241 <sup>2</sup>
Global	5,85±0,84 <sup>a</sup>	5,42±1,15 <sup>b</sup>

Valores medios ± desviación estándar (n=60). Letras distintas en la misma fila indican diferencia significativa. Formulación: <sup>1</sup>Control; <sup>2</sup>Cerveza experimental.

La cerveza control fue mejor acogida por los hombres, mientras que las mujeres aceptaron más la cerveza experimental (Figura 3). Según el INEC en el año 2013 la ingesta de bebidas alcohólicas era mayor en los hombres que en las mujeres. Además, los hombres en el Ecuador consumían más cerveza que las mujeres. Esta tendencia se replica en Estados Unidos donde el 45% de hombres y solo el 18% de mujeres declararon que la cerveza era su licor favorito por sobre otro tipo de bebidas que se deben consumir con moderación (Conway, 2018). En cambio, en países como Finlandia, Islandia y República Checa, la cerveza es más o igualmente preferida

que el vino entre las mujeres. En general, el género no define una mayor aceptación de una cerveza (Mäkelä, Gmel, Grittner, Kuendig, Kuntsche, Bloomfield, y Room, 2006).



**Figura 3. Comparación de la aceptación entre hombres y mujeres**

## CONCLUSIONES

La mayor concentración de azúcares fermentables se obtuvo con la cocción atmosférica (CA) y la mayor cantidad de antocianinas con la cocción a presión de 15 psi (CP). Se determinó que el mejor pretratamiento para emplear el maíz morado como adjunto era la cocción a presión atmosférica. Este pretratamiento generó una cerveza que cumplió con los requisitos de este tipo de bebidas según el INEN. Además, la bebida realizada tuvo aceptación por parte del consumidor.

## RECOMENDACIONES

- Analizar la capacidad antioxidante en la cerveza por sus beneficios funcionales.
- Hacer un seguimiento del contenido de antocianinas desde el grano de maíz hasta el producto final (cerveza).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M., y Moss, M. (2008). Fermented and Microbial Foods. *Food Microbiology*. (pp. 348-356). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Agama, E., Ottenhof, M., Farhat, I., Paredes, O., Ortíz, J., y Bello, L. (2005). Aislamiento y caracterización del almidón de maíces pigmentados. *Agrociencia*, 39(4), 419-429.
- Aguilera, M., et al. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biocencia*, 13(2), 16-22. DOI: 10.18633/bt.v13i2.81
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. México: Acribia S.A.
- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemistry. Official Method of Analysis*. Virginia, USA: 16a. Edición.
- Apaza, R. y Atencio, Y. (2017). *Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (Hordeum Vulgare) por guiñapo de maíz morado (Zea Mays)* (Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú) Recuperado el 20 de noviembre de 2018 de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4506/AMapmarm.pdf?sequence>
- Carvalho, G., Silva, D., Bento, C., Vicente, A., Teixeira, J., das Graças, A., y Silva, J. (2009). Banana as Adjunct in Beer Production: Applicability and Performance of Fermentative Parameters. *Applied Biochemistry Biotechnology*, 155(1), 356-365. DOI: 10.1007/s12010-008-8458-y
- Castañeda, R., Andrade, M., Argüello, Y., y Vernaza, M. (2018). Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada. *Enfoque UTE*, 9(2), 15-26.

- CIMMYT. (2016). Calidad de grano para técnicos postcosecha. *Laboratorio de calidad nutricional del maíz*. Recuperado el 25 de abril de 2019 de [http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc\\_view/2022-calidad-de-grano-para-tecnicos-postcosecha-](http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/2022-calidad-de-grano-para-tecnicos-postcosecha)
- Conway, J. (2018). Alcoholic beverage preferences in the U.S. 2018, by gender. *Statista*. Recuperado el 15 de noviembre de 2019 de <https://www.statista.com/statistics/913170/favorite-type-of-alcoholic-drink-us-gender/>
- Delcour, J., y Hosney, C. (2010). *Principles of Cereal Science and Technology*. Minnesota: AACC International Inc.
- Espinoza, N. (2016). *Estudio de las condiciones de malteado de maíz (Zea mays) y quinua (Chenopodium quinoa) que favorezcan su aptitud cervecera* (Tesis de Pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador). Recuperado el 2 de octubre de 2018 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15039>
- Fermentis. (2018). Saflger W-34/70. *Technical Sheets*. Recuperado el 2 de octubre de 2019 de <https://fermentis.com/wp-content/uploads/2018/03/SafLager-W-3470.pdf>
- Garduño, A., López, I., Ruíz, A., y Martínez, S. (2014). Simulación del proceso de fermentación de cerveza artesanal. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 15(2), 221-232. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(14\)72212-7](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)72212-7)
- Ghasemi, M., Mohtasebi, S., Rodriguez, M., Lozano, J., Razavi, S., Ahmadi, H., y Apetrei, C. (2012). Classification of non-alcoholic beer based on aftertaste sensory evaluation by chemometric tools. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 4315-4327. DOI: 10.1016/j.eswa.2011.09.101
- Gisbert, M. (2016). *Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza* (Tesis de Pregrado. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España). Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73275/Dise%C3%B1o%20y%20puesta%20en%20marcha%20de%20una%20planta%20elaboradora%20de%20cerveza.pdf?sequence=3>

Giusti, M., y Wrolstad, R. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, F1(2), 2-12. DOI: <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>

Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scott, M., y Lertrat, K. (2014). Anthocyanin, phenolics and antioxidant activity changes in purple waxy corn as affected by traditional cooking. *Food chemistry*, 164 (1), 510-517. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.069>

Hirota, S., et.al. (1998). Tissue and spatial distribution of flavonol and peroxidase in onion bulbs and stability of flavonol glucosides during boiling of the scales. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (1), 3497–3502. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf980294w>

Hui, Y.H. (2005). *Handbook of food science, technology, and engineering*. Florida: CRC Press

Íbañez, F. y Barcina, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones*. España: Springer

INEC. (2015). Compendio de Resultados - Encuesta de Condiciones de Vida ECV - Sexta Ronda. *Estadísticas sociodemográficas y sociales*. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/ECV/ECV\\_2015/documentos/ECV%20COMPENDIO%20LIBRO.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/ECV/ECV_2015/documentos/ECV%20COMPENDIO%20LIBRO.pdf)

INEC. (2013). Más de 900 mil ecuatorianos consumen alcohol. *Estadísticas sociodemográficas y sociales*. Recuperado el 15 de noviembre de 2019 de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/mas-de-900-mil-ecuatorianos-consumen-alcohol/>

- Ioannou, I., Hafsa, I., Hamdi, S., Charbonnel, C., y Ghoul, M. (2012). Review of the effects of food processing and formulation on flavonol and anthocyanin behavior. *Journal of Food Engineering*, *111*(2), 208-217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.02.006>
- Jing, P., Noriega, V., Schwartz, S. J., y Giusti, M. M. (2007). Effects of growing conditions on purple corn cob (*Zea mays* L.) anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55* (1), 8625–8629. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf070755q>
- Lewis, M., y Bamforth, C. (2007). Chapter 2: pH. *Essays in Brewing Science*. (pp. 17). USA: Springer US
- Martínez, O., Lapo, B., Pérez, J., Zambrano, C., y Maza, F. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Revista Colombiana de Química*, *44*(2), 16-21. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n2.55215>
- Mäkelä, P., Gmel, G., Grittner, U., Kuendig, H., Kuntsche, S., Bloomfield, K., y Room, R. (2006). Drinking patterns and their gender differences in Europe. *Alcohol & Alcoholism*, *41* (1), 8-18. DOI: <https://doi.org/10.1093/alcalc/agl071>
- Ministerio de Agricultura y Riego de Perú. (2017). Maíz Morado. *Artículos*. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de [http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/506/maiz\\_morado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/506/maiz_morado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Minitab 17 Statistical Software (2010). [Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. ([www.minitab.com](http://www.minitab.com))
- Moreno, J. (2015). Los países que más beben en América Latina: la dramática radiografía del consumo de alcohol en la región. *BBC*. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de

[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150723\\_consumo\\_alcohol\\_latinoamerica\\_muertes\\_paises\\_jm](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150723_consumo_alcohol_latinoamerica_muertes_paises_jm)

NMX-FF-034/1. (2002). *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Cereales. Parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado. Especificaciones y métodos de prueba*. Recuperado el 25 de abril de 2019 de <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-034-1-2002.PDF>

NTE INEN 2322. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2322.pdf>

NTE INEN 2323. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2323.pdf>

NTE INEN 2325. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH*. Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2325.pdf>

NTE INEN 2262. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018 de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_2262-1.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf)

Official Method of Analysis of AOAC International. (Ed.). (2012). *Official Method of Analysis of AOAC International*. Maryland: AOAC INTERNATIONAL

Ojeda, C. A. (1998). *Estudio de la cinética de gelatinización y de las variables operativas en el parbolizado de arroz*. (Tesis de maestría. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina). Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3243\\_Ojeda.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3243_Ojeda.pdf)

- Lizano, A. (2012). *Efecto del proceso de fritura en el contenido de antocianinas en empanadas elaboradas con mezclas de harina de trigo - maíz morado (Zea mays L.)* (Tesis de Pregrado. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador). Recuperado el 4 de noviembre de 2019 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2000/1/106060.pdf>
- Palmer, J. (2017). *How to brew: everything you need to know to brew great beer every time*. Boulder: Brewers Publications.
- Panda, S.K, Panda, S. H., Swain, M. R., Ray, R. C., y Kayitesi, E. (2015). Anthocyanin-rich sweet potato (ipomoea batatas l.) beer: technology, biochemical and sensory evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(1), 3040-3049. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12569>
- Ratnayake, W., y Jackson, D. (2006). Gelatinization and solubility of corn starch during heating in excess water: new insights. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(10), 3712-3716. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0529114>
- Rodrigues, A., Pérez, M., García, M., y Simal, J. (2009). Effect of curing and cooking on flavonols and anthocyanins in traditional varieties of onion bulbs. *Food Research International*, 42(9), 1331-1336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.005>
- Rudnitskaya, A., et al. (2009). Instrumental measurement of beer taste attributes using an electronic tongue. *Analytica Chimica Acta*, 646 (1), 111–118. DOI: [10.1016/j.aca.2009.05.008](https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.05.008)
- Sagum, R., y Arcot, J. (2000). Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chemistry*, 70(1), 107-111. DOI: [10.1016/S0308-8146\(00\)00041-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00041-8)



- Sancho, R. (2015). *Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción* (Tesis de Pregrado. Universitat Politècnica de Catalunya. Cataluña, España). Recuperado el 25 de octubre de 2019 de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02\\_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Speers, R., Jin, Y., Paulson, A., y Stewart, R. (2003). Effects of  $\beta$ -glucan, shearing and environmental factors on the turbidity of wort and beer. *Journal of the Institute of Brewing*, 109(3), 236-244. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2003.tb00164.x>
- Steiner, E., Becker, T. y Gastl, M. (2010). Turbidity and haze formation in beer—Insights and overview. *Journal of the Institute of Brewing*, 116(4), 360-368. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2010.tb00787.x
- Verhagen, L. (2010). *Beer Flavor*. Países Bajos: Elsevier Ltd.
- Xu, B., y Chang, S. K. (2008). Total phenolics, phenolic acids, isoflavones, and anthocyanins and antioxidant properties of yellow and black soybeans as affected by thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7165-7175. DOI: 10.1021/jf8012234
- Young, T. (2019). Beer. *Encyclopedia Britannica*. Recuperado el 03 de noviembre de 2019 de <https://www.britannica.com/topic/beer/Yeast>

## ANEXO A: FICHA TECNICA DE LA LEVADURA SAFLAGER W-34/70



### SafLager™ W-34/70



This famous yeast strain from Weihenstephan in Germany is used world-wide within the brewing industry. SafLager W-34/70 allows to brew beers with a good balance of floral and fruity aromas and gives clean flavors and high drinkable beers.

**INGREDIENTS:** Yeast (*Saccharomyces pastorianus*), emulsifier E491

#### TOTAL ESTERS

37

ppm at 18°P at 12°C during the first 48h of fermentation then 14°C in EBC tubes

#### TOTAL SUPERIOR ALCOHOLS

155

ppm at 18°P at 12°C during the first 48h of fermentation then 14°C in EBC tubes

#### RESIDUAL SUGARS

5 g/l\*

\* 2g maltotriose/L corresponding to an apparent attenuation of 83%

#### FLOCCULATION

+

#### SEDIMENTATION

fast

Fermentis dry brewing yeasts are well known for their ability to produce a large variety of beer styles.

In order to compare our strains, we ran fermentation trials in laboratory conditions with a standard wort for all the strains and standard temperature conditions (SafLager: 12°C for 48h then 14°C / SafAle: 20°C). We focused on the following parameters: Alcohol production, residual sugars, flocculation and fermentation kinetic.

Given the impact of yeast of the quality of the final beer it is recommended to respect the recommended fermentation instructions. We strongly advise users to make fermentation trials before any commercial usage of our products.

**FERMENTATION:** ideally 12-15°C (53.6-59°F)

**PITCHING:** 80 to 120 g/hl for fermentation at 12°C – 15°C (53.6-59°F).

increase pitching for fermentation lower than 12°C (53°F), up to 200 to 300 g/hl at 9°C (48°F)

#### REHYDRATION INSTRUCTIONS:

Sprinkle the yeast in minimum 10 times its weight of sterile water or wort at 21 to 25 °C (70°F to 77°F). Leave to rest 15 to 30 minutes.

Gently stir for 30 minutes, and pitch the resultant cream into the fermentation vessel.

Alternatively, pitch the yeast directly in the fermentation vessel providing the temperature of the wort is above 20°C (68°F). Progressively sprinkle the dry yeast into the wort ensuring the yeast covers all the surface of wort available in order to avoid clumps. Leave for 30 minutes, then mix the wort using aeration or by wort addition.

#### TYPICAL ANALYSIS:

% dry weight:	94.0 – 96.5
Viable cells at packaging:	> 6 x 10 <sup>9</sup> /g
Total bacteria*:	< 5 / ml
Acetic acid bacteria*:	< 1 / ml
Lactobacillus*:	< 1 / ml
Pediococcus*:	< 1 / ml
Wild yeast non Saccharomyces*:	< 1 / ml
Pathogenic micro-organisms:	in accordance with regulation

\*when dry yeast is pitched at 100 g/hl i.e. > 6 x 10<sup>6</sup> viable cells / ml

#### STORAGE

36 months from production date. During transport: The product can be transported and stored at room temperature for periods of time not exceeding 3 months without affecting its performance.

At final destination: Store in cool (< 10°C/50°F), dry conditions.

#### SHELF LIFE

Refer to best before end date printed on the sachet.

Opened sachets must be sealed and stored at 4°C (39°F) and used within 7 days of opening. Do not use soft or damaged sachets.

TECHNICAL DATA SHEET - SafLager™ W-3470 - Rev:DEC2017

The obvious choice for beverage fermentation 

Fermentis Division of S.I. Lesaffre - BP 3029 - 137 Rue Gabriel Péri - 59703 Marcq-en-Baroeul Cedex - FRANCE - Tel. +33 (0)3 20 81 62 75 - Fax. +33 (0)3 20 81 62 70 - www.fermentis.com

## ANEXO B: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

### Prueba de Aceptación

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: M ( ) F ( )

Por favor, pruebe las muestras servidas de izquierda a derecha. Indique cuánto le gustó o disgustó cada uno de los atributos sensoriales de acuerdo a la siguiente escala. Entre las evaluaciones de las muestras, consuma la galleta, enjuague la boca con agua y espere 30 segundos para probar la siguiente muestra.

7 Me gustó mucho

6 Me gustó moderadamente

5 Me gustó poco

4 Ni me gusta, ni me disgusta

3 Me disgustó poco

2 Me disgustó moderadamente

1 Me disgustó mucho

Muestra No. 970      Muestra No. 241

Sabor	_____	_____
-------	-------	-------

Amargor	_____	_____
---------	-------	-------

Olor	_____	_____
------	-------	-------

Global	_____	_____
--------	-------	-------

Comentarios: \_\_\_\_\_

---

**ANEXO C: CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Quito, 28 de Octubre de 2019

Yo.....de ..... años; mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la prueba sensorial de una cerveza. Tengo conocimiento de que el producto contiene alcohol, por tanto doy constancia de poder participar en esta prueba pues no padezco de patologías hepáticas diagnosticadas.

\_\_\_\_\_  
Firma

CI: