

Sustitución parcial de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) por maíz morado (*Zea mays L.*) en el desarrollo de cerveza estilo Cream Ale: evaluación de parámetros fisicoquímicos y evaluación sensorial

José Eduardo Arévalo Sánchez¹, Tatiana Guadalupe Domínguez Hernández², Juan Manuel Pérez Gómez³, Carlos Gerardo Vásquez Gallardo⁴

Resumen

La investigación tuvo como objetivo obtener una cerveza estilo Cream Ale, sustituyendo porcentualmente la malta de cebada por malta de maíz morado. La cerveza fue elaborada a partir de las estadísticas vitales y atributos sensoriales por la BCJP (Beer Certification Judging Program), midiendo parámetros fisicoquímicos: sólidos solubles (°Bx), pH, gravedad específica, grado de alcohol y temperatura, en un periodo de 14 días. La cerveza se sometió a una cata, en la cual se comparó con otra cerveza del mismo estilo (Cream Ale). Dicha cata se llevó a cabo bajo la guía de BJCP para evaluar ambas cervezas. Al final de la investigación se obtuvieron resultados satisfactorios en la elaboración de la cerveza, ya que obtuvo una calificación de 31.5 puntos de un total de 50; calificada como "muy buena" según la BJCP.

Palabras clave:

Cerveza, malta de maíz morado, Cream Ale.

Abstract

The investigation had as an aim to obtain a Cream Ale styled beer, replacing a percentage from barley malt with purple corn malt. The beer was crafted with the standards allowed and described by BCJP (Beer Certification Judging Program), measuring physical-chemical parameters: soluble solids (°Bx), pH, specific gravity, alcohol volume and temperature; within a period of 14 days. The Beer underwent a tasting, in which was compared with another same styled beer (Cream Ale). Said tasting took place under the BCJP guide to evaluate both beers. At the end of the investigation, the obtained results were satisfactory in the crafting of the beer, which had a score of 31.5 out of 50 points; catalogued as "very good" according the BCJP guide.

Keywords:

beer, purple corn malt, Cream Ale.

¹ Egresado Ingeniería en Alimentos. e-mail: 201500525@ujmd.edu.sv

² Egresada Ingeniería en Alimentos. e-mail: 201501272@ujmd.edu.sv

³ Asesor de Forma y Contenidos. e-mail: jmperezg@ujmd.edu.sv

⁴ Asesor Estadístico. Consultor en Investigación. e-mail: cgvasquezg@ujmd.edu.sv

Introducción

La cerveza es una bebida hecha a base de cebada que ha sido malteada para ayudar a la extracción de azúcares durante el proceso de maceración en la cocción de la cerveza. A diferencia de la cerveza artesanal, en el proceso de cerveza comercial es permitido el uso de adjuntos cerveceros, entre los que se encuentra el maíz, para aumentar los azúcares contenidos en el mosto, que posteriormente se convertirá en cerveza.

El maíz puede darle un defecto a la cerveza llamado DMS o dimetil sulfuro, olor no deseado en la mayoría de los estilos de cervezas según la guía BJCP, utilizada para la cata de cerveza artesanales.

Una *Cream Ale* es una cerveza *lager típica americana con un sabor* limpio, ligera y fresca, ligeramente lupulizada y, a diferencia de otros estilos, se desea que tenga un aroma y sabor a maíz. Por lo tanto, es un estilo apto para la sustitución de malta de cebada por maíz morado. La sustitución puede ayudar a dar un mejor resultado sensorial al final de la fermentación, cumpliendo con todas las características descritas por la guía BCJP y aceptadas por los jueces cerveceros.

Este es un concepto moderno utilizado por primera vez en el libro *The World Guide to Beer* de 1977 escrito por el periodista Michael Jackson, donde comenzó a categorizar la cerveza por su color, por ingredientes, por método de producción o por su lugar de origen (1).

Luego, con un esfuerzo de los miembros de la *American Brewers Association*, desarrollaron una guía de estilos de cerveza con estadísticas vitales como unidades de amargor,

color, volumen de alcohol y densidad específica para mosto y cerveza.

Beer Judge Certification Program o el Programa de Certificación de Jueces Cerveceros creado en 1985 con el objetivo de promover la cultura de cerveza artesanal, se encarga de realizar “La Guía de Estilos de Cerveza”, que busca clasificar los diferentes tipos de cervezas que hay en el mundo. En esta guía se hace el perfil de 104 estilos de cervezas, agrupados en 34 categorías. En cada perfil se describen las características de apariencia, aroma, sabor y sensación de boca que cada estilo de cerveza debe cumplir. Además, contiene estadísticas vitales que cada estilo debe cumplir.

Esta es una herramienta utilizada por los jueces certificados para catar una cerveza durante una competencia de cerveza artesanal. Y con los años, se han convertido en una referencia para cerveceros industriales y artesanales (2).

En El Salvador la producción de maíz morado se suele encontrar en el occidente del país a pequeña escala, gracias a pequeños productores que lo cultivan en laderas, con semillas provenientes de Guatemala. El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal – CENTA, mediante el programa Granos Básicos, busca impulsar la producción de este grano para exportarlo, así como también el maíz blanco y amarillo.

Según la Dirección General de Economía Agropecuaria, en el ciclo agrícola correspondiente a 2016-2017, se sembró una superficie de 433,603 manzanas de maíz para suplir la demanda de la población que anualmente es de 390 libras promedio *per capita*, es decir, poco más de una libra al día. Es usado principalmente en el atol shuco,

bebida prehispánica que utiliza los granos de maíz fermentado (3 p. 16).

Materiales y métodos

Materia Prima: El maíz morado fue obtenido en el mercado Municipal de Izalco, situado en el departamento de Sonsonate en El Salvador. Para mejorar la extracción de almidones durante la maceración, el maíz morado se sometió a un proceso de malteado similar al malteado de la cebada en todo proceso de cerveza. El método utilizado es descrito por Hidalgo Carrera (4).

La malta de cebada y los lúpulos se obtuvieron de la cervecería artesanal Cadejo Brewing Company.

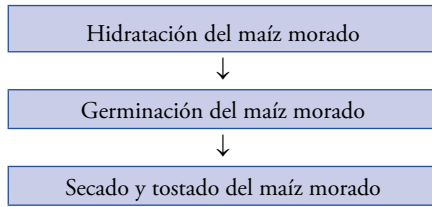
Formulación: Se elaboró una receta base de 5 galones para una cerveza estilo *Cream Ale* usando el software BeerSmith™ y malta de cebada, lúpulos americanos y levadura Ale. Posteriormente se modificó la receta para una sustitución parcial de 15 % de malta de cebada por malta de maíz morado. El porcentaje de sustitución de grano fue menor al 20 % de la fórmula (4).

Tabla 1. Formulación para batch de 5 galones

Tamaño de batch	5 galones	
Volumen de agua inicial	6.53 galones	
GRANOS		
Tipo	Porcentaje	Cantidad (lb)
Pilsner (2 Row)	68.0 %	6
Malta vienna	11.3 %	1
Maíz morado malteado	15 %	1.32
Avena en hojuelas	5.7 %	0.5
Total de granos		8.82
LÚPULOS		
Tipo	Cantidad (oz)	
Saaz	1	
Saaz	0.25	
Total de Lúpulos		1.25
LEVADURAS		
Tipo	Cantidad (ml)	
Safale American US05 líquida	50.28	
ESTADÍSTICAS VITALES*		
Gravedad original	11.7	
Color (SRM)	4.7	
Amargor (IBU)	14.0	
Estimado de ABV	4.9	

*Datos estimados por el software BeerSmith

Proceso de malteado

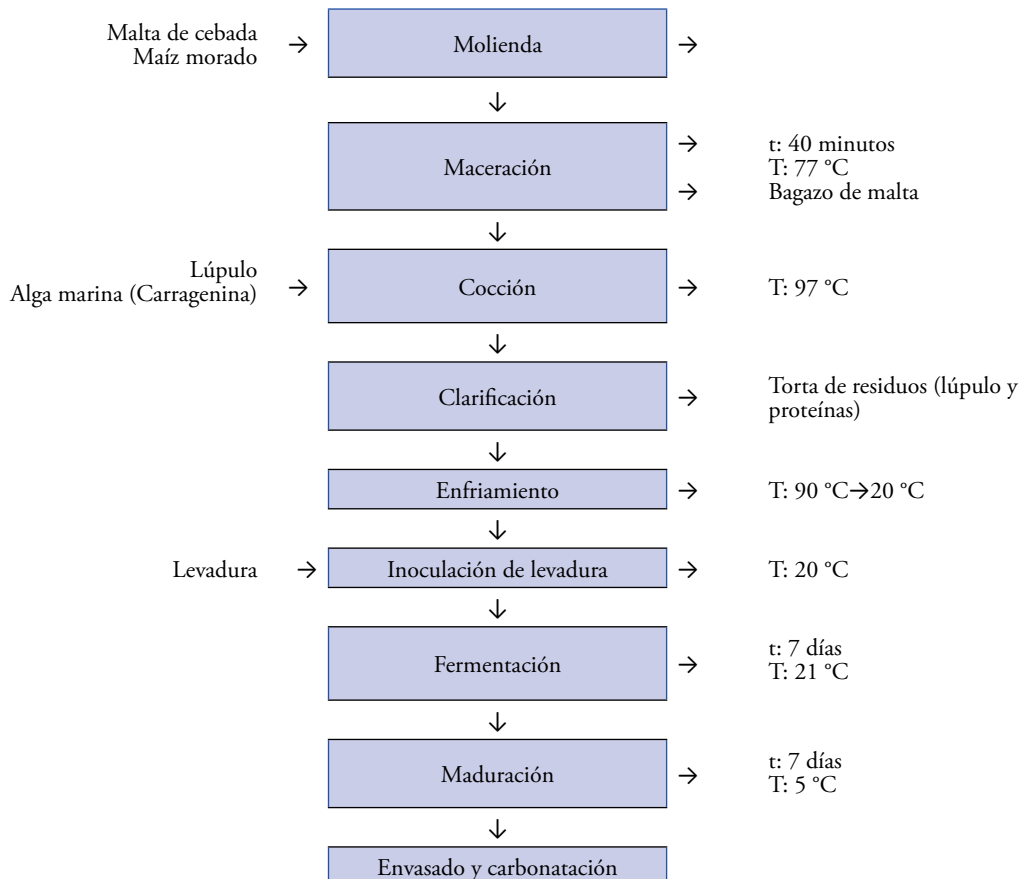


Fuente: M. F., Hidalgo (4 p. 26)

- **Hidratación del maíz morado:** Luego de que el maíz es seleccionado, limpiado de impurezas y lavado apropiadamente, se colocó en un recipiente agregando de agua el 75 % más de peso de maíz, a una temperatura de 15 °C durante 36 horas.

- **Germinación del maíz morado:** En una bandeja de germinación se esparció el maíz, y se cubrió con una manta que se humedeció cada 3 horas. Con el objetivo de proteger el maíz de infecciones y mantener la temperatura, se colocó plástico y una manta gruesa.
- **Secado y tostado:** Los granos germinados fueron expuestos al sol por 16 horas en un deshidratador casero. Pasado el tiempo, fueron tostados en un horno convencional a 60 °C, durante 90 minutos. Se dejaron enfriar y se almacenaron hasta el momento de uso.

Proceso de elaboración de cerveza



Fuente: G., Strong, K., England (5 pp.5-25)

- **Molienda:** Tanto los granos de malta de cebada como de maíz fueron molidos y quebrados por un molino de casa.
 - **Maceración:** Los granos molidos se colocaron en agua a 77 °C. Para tener un mosto más limpio, los granos fueron colocados en una manta de colar. Durante este proceso, se realizó una prueba de calidad, con el objetivo de verificar la conversión de almidones a azúcares, utilizando la tinción de Lugol, que tinte el mosto cuando hay presencia de almidones. Pasado el tiempo de maceración, se hizo un recirculado para ordenar los granos dentro de la manta de colar, a través de un chorro colocado en la parte baja del macerador; con el propósito de ordenar el grano, dejando los granos más finos y el salvado del grano en la parte arriba y los granos más grandes por debajo.
 - **Cocción:** Se retiró la manta con el bagazo de malta, y se llevó el mosto a temperatura de hervor (97 °C) durante 60 minutos. Se añadió lúpulo Saaz en el minuto 1 de hervor, y por último, a 5 minutos de terminar el hervor, se agregó más lúpulo Saaz y la carragenina, para formar una torta con los restos sólidos.
 - **Clarificación:** Se dejó reposar el mosto por 10 minutos, y luego, con ayuda de una cuchara, se comenzó a hacer movimientos en círculos, simulando un movimiento centrífugo, para precipitar los restos de lúpulos y proteína en el fondo de la olla.
 - **Enfriamiento:** El mosto fue trasegado al fermentador, evitando llevarse la torta formada al fondo de la olla. Se realizó un baño frío al fermentador, hasta llevar el mosto a 20 °C.
 - **Inoculación de levadura:** Cuando el mosto llegó a la temperatura deseada (20 °C), se agregó la levadura.
 - **Fermentación:** Durante 14 días se controló la temperatura del fermentador, con ayuda de un termómetro digital. Además, se tomaron datos de pH y gravedad específica diariamente.
 - **Maduración:** Se disminuyó la temperatura de fermentación a 7 °C en un cuarto frío, para volatizar compuestos no deseados, disminuir la actividad química de la levadura, y así poder aclarar la cerveza.
 - **Envasado y carbonatación:** La cerveza fue colocada en botellas con 2 g. de azúcar para que la levadura contenida en la cerveza se encargue de carbonatar la cerveza. Se almacenó a temperatura ambiente, y luego se colocó en refrigeración para volver a disminuir la actividad química de la levadura.
- Recolección de datos:** Durante el proceso de fermentación, diariamente se midieron y colectaron los datos de pH, gravedad específica y alcohol por volumen; variables que ayudaron a conocer el comportamiento del mosto en la fermentación. El pH se midió con papel de prueba pH Hydrion® con un rango de pH de 1.0 a 14.0. Gravedad específica medida con Refractómetro portable de Rhino Technology. Alcohol por volumen, utilizando la fórmula $ABV = (\text{Original Gravity} - \text{Final Gravity}) * 131.25$ usada por la ASBC para calcular un aproximado de la cantidad de alcohol.
- Cata cervecera:** Se realizó un análisis sensorial con dos jueces cerveceros certificados por la BJCP: Bernardo Sequeira, maestro cervecero de Cadejo Brewing Company, juez

BJCP y Anfitrión Certificado en cerveza por Cicerone; y Luis Alberto Torres, head brewer de Cadejo Brewing Company y juez BJCP. Se utilizó la hoja de cata de la BJCP siguiendo los criterios del estilo 1C – *Cream Ale*, haciendo una comparación con la cerveza *Pabst Blue Ribbon* de Pabst Brewing Co. Se evaluaron

los atributos: aroma, apariencia, sabor, sensación de boca e impresión general.

Resultados y discusión

En la siguiente tabla se muestran los datos recolectados durante 14 días de fermentación:

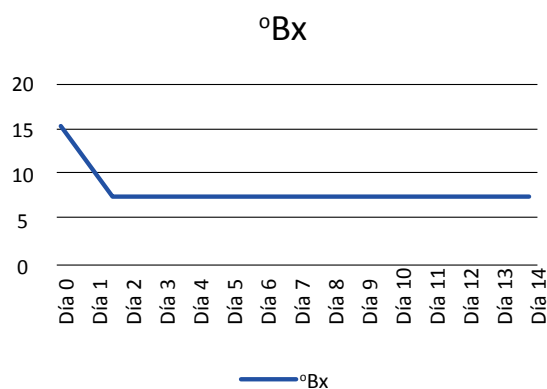
Tabla 2. Parámetros Físicoquímicos

	SG (°Bx)	ABV	pH	°T
Día 0 (0h)	1.062 (15.2°)	0	4	15.9
Día 1 (12h)	1.050 (12.4°)	1.58 %	4	16.3
Día 1 (24h)	1.039 (9.8°)	3.02 %	4	16.1
Día 2 (36h)	1.030 (7.6°)	4.20 %	4	16.3
Día 2 (48)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.1
Día 3 (60h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.5
Día 3 (72h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.7
Día 4 (96h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.3
Día 5 (120h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.1
Día 6 (144h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.6
Día 7 (168h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	17.1
Día 8 (192h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	9.1
Día 9 (216h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	9.1
Día 10 (240h)	1.029 (7.3°)	4.33 %	4	9.0
Día 11 (264h)	1.027 (6.8°)	4.59 %	4	8.9
Día 12 (288h)	1.027 (6.8°)	4.59 %	4	9.2
Día 13 (312h)	1.027 (6.8°)	4.59 %	4	9.0
Día 14 (336h)	1.027 (6.8°)	4.59 %	4	9.1

Gravedad Específica

En la *gráfica 1*, se puede observar el comportamiento de la gravedad específica. Luego de la cocción, la gravedad inicial del mosto fue de 1.062 g/cm^3 en comparación con un valor en el mosto de 1.06 g/cm^3 como indica Hidalgo (4 p. 38). Sin embargo, a las 48 horas de fermentación se obtuvo un valor de 1.029 g/cm^3 . Caso contrario, según Hidalgo (4 p. 38) que registró el mismo valor hasta el séptimo día de fermentación. Este fenómeno pudo haberse generado debido a que la levadura utilizada para la fermentación ya estaba activa; es decir, se extrajo de otro *batch* de fermentación con un periodo de tiempo transcurrido de aproximadamente 4 a 5 días, por lo tanto, no pasó por la fase de "lagtime" o de adaptación. Al final del proceso de maduración no hubo cambio en la gravedad específica luego de 48 horas transcurrida la fermentación, hasta el día 11 (264 horas) en donde se registró una leve disminución, obteniendo un valor de 1.027 g/cm^3 .

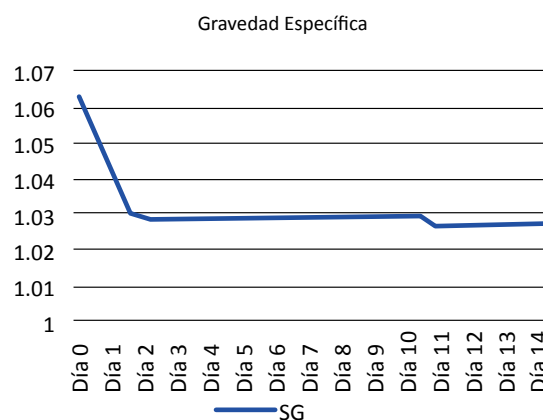
Gráfica 1. Variación de la Gravedad Específica



Sólidos solubles

Se puede observar en la *Grafica 2* que el comportamiento de los sólidos solubles es similar a la gravedad específica; es decir, a medida que el grado de alcohol aumenta, los sólidos solubles disminuyen. Se inició la fermentación con 15.2° Bx , mientras que Hidalgo inició en 16.5° Bx (4 p. 39), por otro lado, Apazca y Atencio iniciaron con un mosto a 16° Bx (6 pp. 111-112) siendo valores muy similares. Finalmente se obtuvo un valor de 6.8° Bx , en contraste con Hidalgo, Apazca y Atencio, que obtuvieron valores de 9° Bx (4 p. 39) y 11° Bx (6 pp. 111-112), respectivamente. Por consiguiente, se puede decir, que existe cierta diferencia en cuanto a los sólidos solubles en comparación con Hidalgo (4), Apazca y Atencio (6), que realizaron sustituciones de malta de cebada por malta de maíz morado en mayor porcentaje.

Gráfica 2. Variación de los Sólidos Solubles



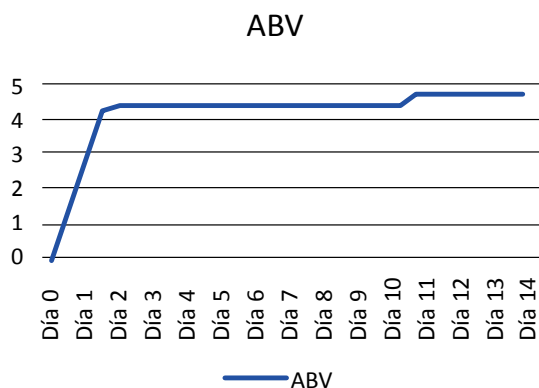
Grado de alcohol

El grado de alcohol se observa en la *Gráfica 3* que es inversamente proporcional a la gravedad específica y sólidos solubles; es

decir, que en la medida en que el nivel de azúcares fermentables disminuye, el grado de alcohol aumenta por la acción fermentadora de la levadura, convirtiendo el azúcar en alcohol etílico y CO₂.

El grado de alcohol final obtenido (4.59 %) es similar al que reporta Hidalgo de 4.80 % (4 p. 42). Cabe destacar que el grado de alcohol (4.33 %) se obtuvo en un periodo de 48 horas, en contraste con Hidalgo, que obtuvieron el valor final en un periodo de 13 días (4 pp. 29-30). Este fenómeno se pudo haber generado también por el uso de la levadura ya activa, como se menciona anteriormente.

Grafica 3. Variación del Grado de alcohol.



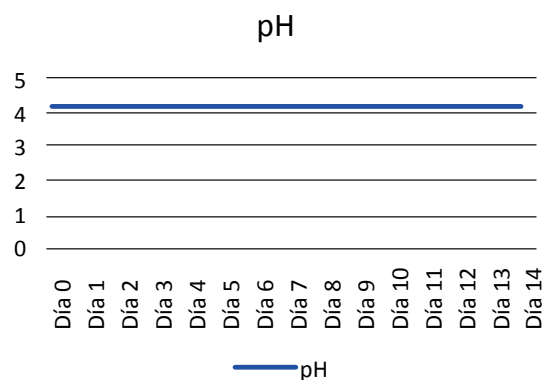
Durante un análisis sensorial realizado como control de calidad en el día 7, se detectaron alcoholes de alto peso molecular dados por la fermentación del maíz, que posteriormente fueron volatilizados durante la maduración.

pH

Referente al pH (ver *Grafica 4*), este se mantuvo constante durante toda la fermentación (pH= 4) y no presentó mayor variabilidad. Muy similar al valor de 4.26 reportado por Hidalgo (4 p.40) y de 4.4 reportado por Apazca y Atencio (6 p. 113).

El pH cumple la función de control en la fermentación. Valores de pH por debajo de 4 indican la producción de ácidos acéticos, consecuencia de una contaminación de *Acetobacter* o levaduras salvajes. En contraparte, si el pH es de 5, todavía se encuentra en el rango permisible, no obstante, indica la presencia alta de azúcares fermentables que podrán ser fermentadas por la levadura.

Grafica 4. Variación del pH.

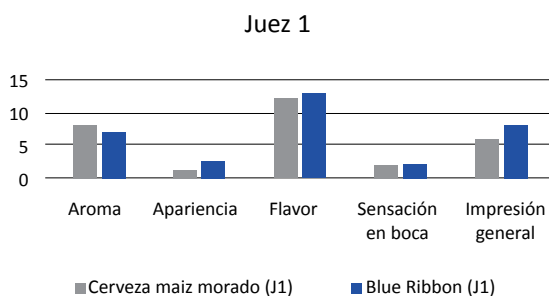


Cata Cervecera

Tabla 3. Resultados de la cata bajo la guía BJCP

Puntajes para cerveza de malta de maíz morado.		
Atributo	Juez 1	Juez 2
Aroma	8/12	7/12
Apariencia	1/3	3/3
Flavor	12/20	15/20
Sensación en boca	2/5	4/5
Impresión general	6/10	5/10
Total	29/50	34/50
Puntajes para cerveza Pabst Blue Ribbon.		
Atributo	Juez 1	Juez 2
Aroma	7/12	10/12
Apariencia	3/3	2/3
Flavor	13/20	18/20
Sensación en boca	2/5	3/5
Impresión general	8/10	7/10
Total	36/50	40/50

Gráfica 5. Puntajes obtenidos por el Juez 1



Aroma: El aroma dulce de la cerveza Blue Ribbon es bastante sutil mientras que en la cerveza con maíz morado es bastante predominante; sin embargo, ambas cumplen con el balance de aroma entre la malta y el lúpulo, donde ninguno predomina. Esto confirma

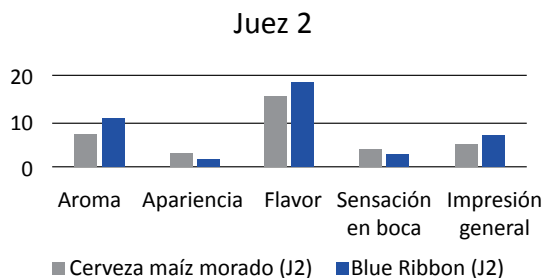
que el aroma de la cerveza de maíz morado es bastante acertado para su estilo.

Apariencia: Debido a la falla en el acondicionamiento de las botellas de la cerveza con maíz morado, hay discrepancia en el atributo de apariencia. Como se mencionó antes, la cerveza de maíz morado presentó problemas con la carbonatación. Además, la sustitución de maíz morado afectó bastante el color.

En este atributo, la cerveza Blue Ribbon acierta con los comentarios dados por los jueces con la descripción de la Guía BJCP, donde describe a una *Cream Ale* con una apariencia cristalina con tonos pálidos y buena retención de espuma.

Flavor: Tanto la cerveza Blue Ribbon como la cerveza maíz morado, cumple bastante con los criterios de la Guía BJCP. Los jueces describieron su flavor como poco lupulada, ni la malta ni el lúpulo dominan el paladar. Ambas cuentan con ese sabor a maíz dulce que es la característica principal del estilo *Cream Ale*.

Gráfica 6. Puntajes obtenidos por el Juez 2



Solamente varían en el final: la cerveza con maíz morado tiene un final dulce, mientras que la cerveza Blue Ribbon tiene

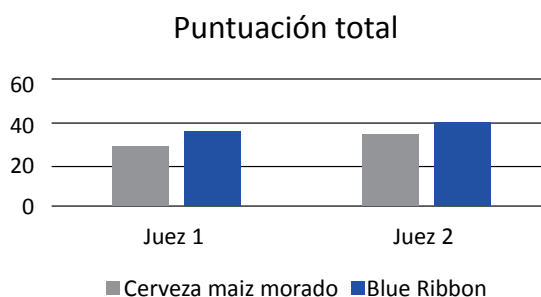
un final seco. Esto se da porque la gravedad específica final (1.027) de la cerveza con maíz es bastante alta, a comparación de otras cervezas dentro del estilo. Según la Guía BJCP, dicha estadística vital debe tener un rango entre 1.008 a 1.013. Otro factor que puede haber afectado, es la temperatura de maceración; ya que, cuando se realiza la maceración a temperaturas altas, se extraen más azúcares que la levadura no puede fermentar. Además, otro factor que pudo afectar es la sustitución de maíz morado por malta. A pesar de que la gravedad específica final no se cumple, el final dulce es aceptado.

Sensación en boca: La sensación en boca es un atributo donde la cerveza con maíz morado falló por su carbonatación, pero bastante acertada por la cerveza Blue Ribbon, la cual presentaba buena carbonatación. Sin embargo, la cerveza Blue Ribbon presenta un poco de astringencia; característica no permitida por la Guía. Ambas cervezas fueron descritas como ligeras.

Impresión general: La impresión general de la cerveza Blue Ribbon es que es una cerveza bastante ligera para su estilo, no tiene una sensación cremosa, que es una característica que se espera del estilo; que se asemeja más a un estilo *Pils*. Mientras que la cerveza de maíz morado es una cerveza dulce; característica esperada por el estilo, sin embargo, falló en la carbonatación, pero bien elaborada.

Puntuación total

Grafica 7. Puntajes totales obtenidos por ambos jueces



La cerveza Blue Ribbon tuvo una puntuación promedio de 38,1 clasificándola como “Excelente”; ejemplifica el estilo bien, pero requiere cambios menores. Y la cerveza con maíz morado, 31.5. Hay una diferencia de 6.5 puntos.

Conclusiones

- La fermentación de la cerveza con sustitución de maíz morado se logró con éxito, obtenido como resultado una cerveza con fermentación limpia y bastante acertada con los atributos de una *Cream Ale* según la Guía BJCP.
- A través del aroma durante la fermentación primaria, se detectaron alcoholes con alto peso molecular similares a los licores destilados, pero gracias al periodo de maduración, se obtuvo una cerveza con un perfil limpio.
- Debido al contenido de polisacáridos aportados por la malta de maíz morado, la cerveza quedó con un remanente de azúcares que no pudieron ser fermentados, por lo tanto, afectó en el sabor final de la cerveza con un sabor dulce, sabor

permitido según la guía BJCP debido al estilo de la cerveza (*Cream Ale*).

- La medición constante de estadísticas vitales, permitió entender mejor el comportamiento de las levaduras durante la fermentación en un mosto, donde se sustituyó porcentualmente la malta de cebada por malta de maíz morado.
- Los jueces cerveceros evaluaron la cerveza con sustitución de maíz morado, con una puntuación promedio de 31.5, clasificando la cerveza como “muy buena”, generalmente dentro del estilo, pero con algunas fallas menores como la carbonatación.
- El color y la carbonatación son las características afectadas por la sustitución de malta de cebada por malta de maíz morado.
- La malta de maíz morado influyó positivamente en el aroma y el flavor; ya que aportó un aroma a DMS y un sabor dulce característico del estilo.
- Al compararla con una cerveza del mismo estilo, ganadora de medalla de plata en la World Beer Cup 2018, se obtuvieron puntuaciones similares en la mayoría de los atributos; fallando en aspectos como la carbonatación, porque no se realizó un adecuado acondicionamiento de las botellas; y la apariencia, por la sustitución que se realizó.
- La discrepancia del flavor entre la cerveza de maíz morada y cerveza Blue Ribbon, es que esta representa el estilo inicial de las *Cream Ales*, que con evolución de técnicas cerveceras y el paladar de los consumidores ha ido cambiando, dejando versiones menos intensas en su propio estilo, con características más dulces y finales

menos secos; en este caso, se ha apostado por la sustitución de malta cebada por malta de maíz morado.

- Se cumplió la función del pH como control de calidad, indicando una fermentación limpia, atributo que agradó a los jueces cerveceros.

Recomendaciones

- Realizar cambios en la temperatura de maceración para obtener un mosto con gravedad específica más baja, y así obtener un final más seco.
- Estudiar más a fondo, los azúcares extraídos en la maceración. Y si son fermentables por la levadura.
- Utilizar la técnica de *dry hopping* para destacar más el lúpulo, y aportar un poco al final seco.
- Buscar otras alternativas de carbonatación como pastillas de CO₂.
- Utilizar softwares que faciliten la formulación de una cerveza.
- Para futuras investigaciones, explorar diferentes porcentajes no excediendo el 15 % de sustitución de malta de cebada por malta de maíz morado.
- Utilizar la Guía BJCP para clasificar mejor el estilo de la cerveza según el tipo de innovación que se quiera realizar.

Referencias

1. GONZÁLEZ, Marcos. *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*. 1ª ed. Morrisville, Carolina de Norte, Estados Unidos: Lulu Entreprises, 2017. ISBN: 9781365672842

2. **AFTYKA, Ricardo.** *Pasión de la cerveza.* Buenos Aires, Argentina: Grijalbo, 2018. ISBN: 9789502812182

3. **DERAS FLORES, Héctor Reynaldo,** DE SERRANO, Reina Flor. *Cultivo de Maíz (Zea mays L.).* [En línea] [Guía Técnica]. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova, El Salvador, 2018. [Fecha de consulta: 3 de marzo, 2020]. Disponible en: http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf

4. **HIDALGO CARRERA, María Fernanda.** *Desarrollo de cerveza a base de maíz morado.* [En línea] [Tesis de Ingeniería en Alimentos, inédita] Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, 2015. [Fecha de consulta: 23 de febrero, 2020]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14394/1/61041_1.pdf

5. **STRONG, Gordon.** ENGLAND, Kristen. 2015 *Style Guidelines.* [En línea]. Beer Judge Certification Program. Estados Unidos: 2015. [Fecha de Consulta: 29 febrero 2020] Disponible en: https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf

6. **APAZCA MACHACA, Ruth Mirian y ATENNCIO ROJAS, Yessenia Josefá.** *Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale, con sustitución parcial de malta (Hordeum vulgare) por guiñapo de maíz morado (Zea mays).* [En línea]. [Tesis de Ingeniería en Industrias Alimentarias, inédita]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú, 2017. [Fecha de Consulta: 19 de febrero, 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4506>