

**Use and application of Kveik yeast in craft beer fermentation
Manabí-Ecuador**

**Uso y aplicación de levadura Kveik en fermentación de cerveza artesanal
Manabí-Ecuador**

Autores:

Sánchez-Palacios, Kevin Joel
Universidad Técnica de Manabí
Egresado de Ingeniería Química
Portoviejo - Ecuador



ksanchez0386@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-2477-8290>

Ing. Alcívar-Cedeño, Ulbio, Ph.D.
Universidad Técnica de Manabí
Docente Tutor del área de Ingeniería Química
Portoviejo - Ecuador



ulbio.alcivar@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

Ing. Munizaga-Párraga, Diego
Universidad Técnica de Manabí
Docente del área de Investigación
Portoviejo - Ecuador



diego.munizaga@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-4168-3747>

Fechas de recepción: 01-ENE-2024 aceptación: 29-ENE-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La fermentación es un proceso crucial en la producción de cerveza artesanal y la selección de levaduras es un factor determinante en su calidad final. Aunque levaduras tradicionales como Safale US-05 y *Saccharomyces Cerevisiae* son ampliamente usadas, la levadura Kveik ofrece considerables ventajas en términos de tiempo y calidad del producto. El objetivo del estudio es evaluar la influencia de la levadura Kveik en comparación con levaduras tradicionales en la fermentación de cerveza artesanal, enfocándose en variables como pH (medida de acidez y alcalinidad de una solución acuosa), % Alcohol por volumen o ABV y tiempo de fermentación. Se preparó un mosto con un extracto potencial de 16 °P, grado plato (unidad que mide la densidad del mosto o cerveza), y se fermentó en condiciones controladas.

Se dividieron las muestras en dos grupos, uno inoculado con levadura Kveik y otro como grupo control, inoculado con Fermentis SafAle us-05. Se tomaron mediciones diarias de variables dependientes. El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey revelaron que la levadura Kveik tiene un impacto significativo en la producción de %ABV y en la reducción del tiempo de fermentación. No se observaron diferencias significativas en el pH entre los grupos. Los resultados indican que el uso de levadura Kveik en la fermentación de cerveza artesanal podría ofrecer beneficios en la calidad y eficiencia del proceso, especialmente en términos de producción de alcohol y reducción del tiempo de fermentación.

Palabras clave: análisis de varianza; Lsd de fisher; fermentación; levadura Kveik; %ABV; levadura *Saccharomyces Cerevisiae*

Abstract

Fermentation is a crucial process in the production of craft beer, and the selection of yeast is a determining factor in its final quality. Although traditional yeasts like Safale US-05 and *Saccharomyces Cerevisiae* are widely used, Kveik yeast offers potential advantages in terms of time and product quality. The aim of the study is to evaluate the influence of Kveik yeast compared to traditional yeasts in the fermentation of craft beer, focusing on variables such as pH (is a measure of the acidity or alkalinity of a solution), %ABV (acronym of Alcohol by volume), and fermentation time. A wort was prepared with a potential extract of 16 °P, plate grade (is the unit that measures the density of the wort or beer) and fermented under controlled conditions.

The samples were divided into two groups, one inoculated with Kveik yeast and the other as a control group, inoculated with Fermentis SafAle us-05. Daily measurements of dependent variables were taken. Analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test revealed that Kveik yeast has a significant impact on %ABV production and reduction of fermentation time. No significant differences in pH were observed between the groups. The results indicate that the use of Kveik yeast in craft beer fermentation could offer benefits in process quality and efficiency, especially in terms of alcohol production and reduced fermentation time.

Keywords: analysis of variance; Lsd of Fisher; fermentation; Kveik yeast; *saccharomyces cerevisiae* yeast; %ABV

Introducción

La fermentación representa una fase crítica en la cadena de producción cervecera, actuando como el catalizador bioquímico que convierte los azúcares fermentables presentes en el mosto en alcohol etílico y dióxido de carbono (Gómez et al., 2014). Este proceso es altamente dependiente de una serie de variables controlables, entre las que destacan el tiempo y la temperatura de fermentación, ya que ambas influyen de manera significativa en la composición química y, por ende, en la calidad sensorial del producto final (Suárez, 2013). En la última década, las levaduras Kveik, originarias de las granjas tradicionales de Noruega, han ganado notoriedad en la industria cervecera artesanal, particularmente por su capacidad para fermentar eficazmente a una amplia gama de temperaturas (Castro, 2019). Estudios previos han revelado que estas levaduras exhiben propiedades que pueden mejorar y optimizar tanto la velocidad de fermentación como la calidad del perfil de sabor del producto (Burini et al., 2021).

Es relevante señalar que la cerveza ostenta el título de la bebida alcohólica más consumida en el mundo, lo que subraya la importancia de innovaciones en su proceso de fermentación (Orús, 2022). Además, el refinamiento y la complejidad de la cerveza son en gran parte atribuibles a la levadura, la cual puede ser derivada de distintos granos, incluyendo cebada, trigo y maíz (Cadby, 2019). En este contexto multidimensional que abarca desde la biotecnología hasta la cultura cervecera global, el objetivo de este estudio es evaluar la influencia de la levadura Kveik en comparación con cepas más tradicionales como Safale US-05 y levaduras de origen americano e inglés (*Saccharomyces Cerevisiae*), en la fermentación de cerveza artesanal, enfocándose en variables como pH (medida de acidez y alcalinidad de una solución acuosa), %Alcohol por volumen o ABV y tiempo de fermentación. Se explorarán métricas cuantitativas y cualitativas que aborden la eficacia, la velocidad y la calidad del proceso fermentativo en la elaboración de cervezas artesanales.

Material y métodos

Para este análisis y evaluación de fermentación se utilizaron 48 litros de mosto de cerveza Belgian Tripel; cuatro paquetes de levadura Kveik de marca Lallemend Voss; termómetros digitales Inkbird; densímetros Kegland; pH-metros portátiles PCE-228; cuatro barriles de plástico fermentadores con capacidad de 20 litros; cámaras de aire o airlocks (válvula que impide que se contamine el mosto durante el proceso de fermentación) de doble burbuja, marca Ferrari; botella de solución de yodo al 2%, marca IO-Star de 1lt.; solución sanitizante StarSan de 16 oz; olla de acero inoxidable con capacidad de 50 litros; quemador de gas; bomba magnética de recirculación, de 6 Watt, marca Kegland; enfriador de contracorriente de cobre, marca Kegland; refractómetro Brix portátil, marca Ferrari.

Para obtener el mosto se inició preparando una mezcla de maltas y se realizó una maceración para conseguir un mosto con un extracto potencial de 16 °P. Luego se llevó a cocción durante 90 minutos con adición de lúpulos. Se enfrió el mosto a una temperatura de 20 °C utilizando un enfriador de contracorriente de acero inoxidable, empleando agua fría como agente de intercambio térmico, y se trasvasó a los cuatro barriles de plástico fermentadores previamente sanitizados con solución de StarSan de 16oz, con proporción de 1-5; esto sería 1 oz de StarSan por cada 5 galones, durante 1 minuto.

Se dividieron los cuatro barriles fermentadores en dos grupos. A uno de los grupos se le añadió la levadura Kveik, marca Lallemand Voss y al otro se le añadió levadura Fermentis SafAle us-05, para utilizar como grupo control. Se mezcló bien el contenido de los barriles y se colocaron cámaras de aire, también conocidas como airlocks, en los agujeros de las tapas. Se dejaron los cuatro barriles fermentadores en una habitación con temperatura controlada a 25 °C durante 10 días. Se midió diariamente la temperatura de los barriles tomando una muestra y utilizando un termómetro de mercurio para el líquido, así mismo se constató diariamente la temperatura de la habitación, mediante el indicador del sistema de enfriamiento del cuarto frío. Ahora bien, es importante destacar en este apartado que se debe tomar en consideración los meses en los que se llevó a cabo el experimento, puesto que este es un factor determinante para la obtención de los resultados aquí presentados.

Se tomaron muestras de cada uno de los barriles fermentadores en los días 2, 4, 6, 8 y 10 de la fermentación. Se midió el pH con un pH-metro y la densidad con un densímetro y un refractómetro. Además, se realizó una prueba de yodo para verificar la conversión completa de los azúcares. Se registró el tiempo de fermentación y se calculó el %ABV.

El método utilizado en esta investigación fue de tipo experimental. El estudio se llevó a cabo en el cantón Portoviejo, en la parroquia 18 de Octubre, durante los meses de agosto y septiembre, con temperaturas climáticas promedio de Mínimo 21 °C y Máximo 28 °C. La variable dependiente incluyó %ABV, pH, temperatura y tiempo de fermentación, mientras que el factor evaluado fue la muestra de cerveza tipo Belgian Tripel (Brewers Association, 2022) inoculada con levadura Kveik. Se utilizó el software Statgraphics centurión 19 para realizar el análisis estadístico y se obtuvieron 12 observaciones, y cuatro niveles en total. Se evaluó la influencia de la levadura Kveik en las variables dependientes (pH, %ABV, temperatura, tiempo de fermentación) a través del análisis de la varianza (ANOVA) y se realizaron comparaciones entre las medias de los grupos utilizando la prueba de Tukey. Así mismo se utilizó la prueba de múltiples rangos (LSD de Fisher), para determinar las diferencias significativas entre los pares de medias. Con un valor ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

Para el análisis de varianza por concentración de alcohol el estudio analiza la concentración de alcohol por volumen (%ABV) de cuatro tipos de cerveza elaboradas con diferentes cepas de levadura Kveik: A, B, C y un grupo de control. Se realizaron pruebas de comparación múltiple para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de cada tipo de cerveza, dando los resultados que se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Pruebas de Múltiple Rangos para KVEIK % ABV.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
A	3	4,52	X
B	3	4,78	X
C	3	4,94	X
Control	3	5,29	X

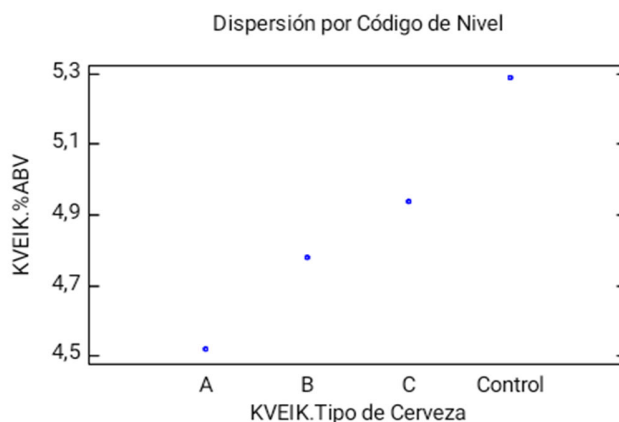
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B	*	-0,26	0,0
A - C	*	-0,42	0,0
A - Control	*	-0,77	0,0
B - C	*	-0,16	0,0
B - Control	*	-0,51	0,0
C - Control	*	-0,35	0,0

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el programa StatAdvisor, se tiene que esta tabla aplica un método de comparación múltiple que permite identificar cuáles medias son significativamente distintas de otras. La fracción inferior de la salida evidencia las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ubica un asterisco al lado de los 6 pares, el mismo que señala que estos pares muestran diferencias que son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0%. Se han identificado 4 grupos homogéneos en la parte superior, según la alineación de las X's en columnas. Se puede dar cuenta de que no hay diferencias que sean estadísticamente significativas entre los niveles que compartan una misma columna de X's. El procedimiento empleado para discriminar entre las medias es el de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Ahora bien, con este método existe riesgo de 5,0% cuando se dice que cada par de medias es significativamente diferente si la diferencia real es equivalente a 0. Estas estadísticas significativas nos van a servir para las próximas tablas que se presenten en este trabajo.

Figura 1. Análisis de varianza para %ABV.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

Los resultados que se muestran en la Figura 1 indican que las concentraciones de %ABV de cada tipo de cerveza fueron: A = 4,52, B = 4,78, C = 4,94 y control = 5,29. Las pruebas de múltiples rangos mostraron que todas las comparaciones entre los diferentes tipos de cerveza fueron significativas ($p < 0,05$), indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa en las concentraciones de %ABV entre los cuatro tipos de cerveza. En particular, la comparación entre el grupo de control y los tres tipos de cerveza elaborados con levaduras Kveik (A, B y C) mostró una diferencia significativa en las concentraciones de %ABV, con valores más bajos para los tipos de cerveza elaborados con Kveik. De acuerdo con otros autores, podemos dar cuenta de cómo la levadura Kveik posee “la capacidad de acortar el tiempo de fermentación de la cerveza comercial tiene un impacto significativo y directo en los resultados de una cervecería, ya que permite elaborar más producto por unidad de tiempo” (Kits & Garshol, 2021).

Tabla 2. Pruebas de Múltiple Rangos para KVEIK pH.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
B	3	4,67	X
C	3	5,2	X
Control	3	5,2	X
A	3	5,5	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B	*	0,83	0,0
A - C	*	0,3	0,0
A - Control	*	0,3	0,0

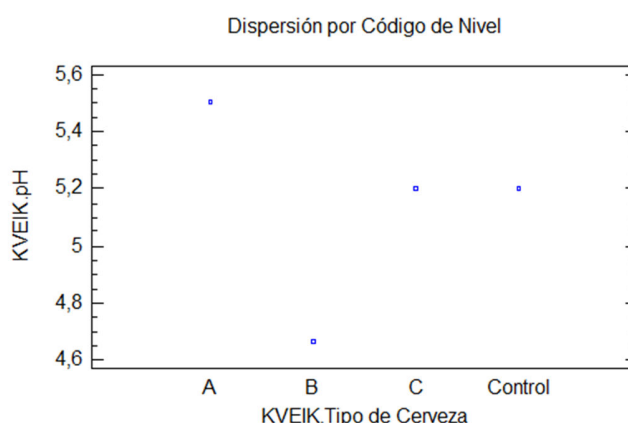
B - C	*	-0,53	0,0
B - Control	*	-0,53	0,0
C - Control		0,0	0,0

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

De acuerdo con lo señalada en la Tabla 2 se puede dar cuenta de que la mitad inferior de la salida evidencia las diferencias esperables entre cada par de medias. Junto a cada uno de los cinco pares se ubica un asterisco indicando que estos pares muestran diferencias que son estadísticamente significativas, contando con un nivel de confianza del 95,0%. Tres grupos homogéneos se identifican en la parte superior de la tabla, de acuerdo a la alineación de las X's en columnas.

Figura 2. Análisis de varianza para pH.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

Se ha empleado un método de comparación múltiple, que nos permitió determinar qué medias son significativamente distintas de otras. Aquí se identificaron tres grupos homogéneos, de acuerdo con la alineación -en columnas- de las X's. Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias, excepto entre los niveles B y C, que no presentan una diferencia significativa en términos de pH; esto se recoge a partir de los contrastes entre las distintas combinaciones de niveles.

Tabla 3. Pruebas de Múltiple Rangos para KVEIK Temperatura al sol.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
C	3	30,0	X
B	3	31,0	X
A	3	33,0	X
Control	3	35,0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B	*	2,0	0,0
A - C	*	3,0	0,0
A - Control	*	-2,0	0,0
B - C	*	1,0	0,0
B - Control	*	-4,0	0,0
C - Control	*	-5,0	0,0

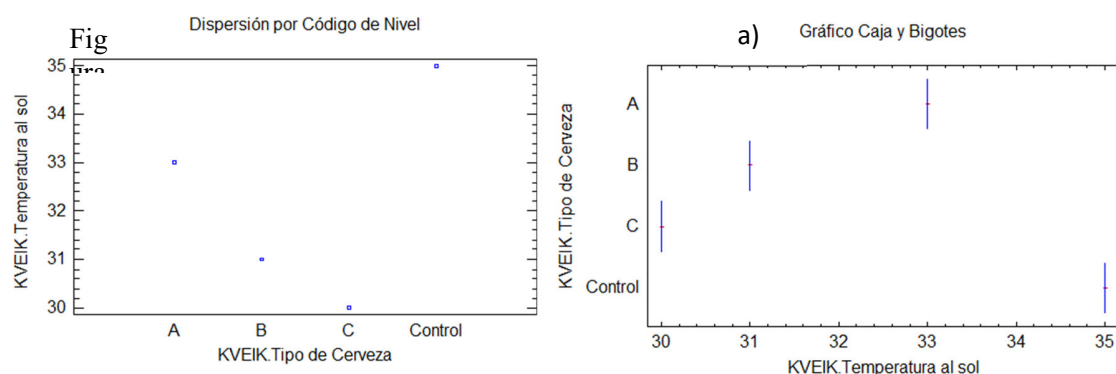
* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

En la Tabla 3 encontramos seis pares que evidencian diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0%, entre cada par de medias. Aquí existen cuatro grupos homogéneos, de acuerdo con la alineación de las X's en columnas.

Figura 3. Análisis de varianza de varianza para Temperatura al sol.

a) Gráfico de dispersión. b) Gráfica caja y bigotes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

Al igual que en el análisis anterior, se ha aplicado el mismo método, identificando cuatro

grupos que son homogéneos, de acuerdo a la alineación de las X's en columnas. Se indica que existen diferencias que son significativas entre las medias de temperatura para todos los pares de niveles, excepto entre los niveles B y C; según los contrastes entre las distintas combinaciones de niveles.

Tabla 4. Pruebas de Múltiple Rangos para KVEIK Tiempo de fermentación.

Método: 95,0 porcentaje LSD

Nivel	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	72,0	X
C	3	168,0	X
B	3	168,0	X
A	3	168,0	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B		0,0	0,0
A - C		0,0	0,0
A - Control	*	96,0	0,0
B - C		0,0	0,0
B - Control	*	96,0	0,0
C - Control	*	96,0	0,0

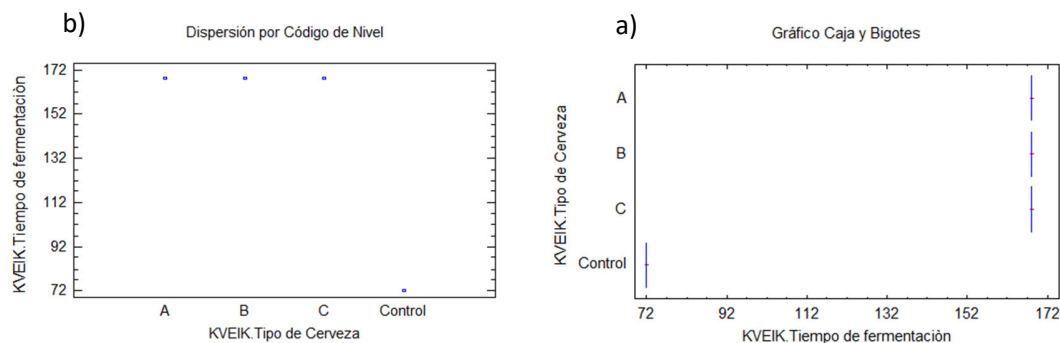
* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

En la Tabla 4 se ubica tres asteriscos en los grupos de control: A,B y C, indicando que estos pares presentan diferencias que son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0%. Hay solo 2 grupos homogéneos identificados, de acuerdo a la alineación de las X's en columnas.

Figura 4. Análisis de varianza para Tiempo de fermentación.

a) Gráfico de dispersión b) Gráfico de Caja y bigotes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el proceso de fermentación.

Los resultados de esta levadura Kveik y el %ABV son consistentes con estudios previos que han demostrado que las cepas de levadura Kveik tienden a producir cervezas con una menor concentración de alcohol en comparación con las cepas de levadura tradicionales (por ejemplo, Ale o Lager) (Nordström y col., 2019).

Según un estudio publicado en la revista *Brewing Science* (Hornsyld, Bartholin, Windisch, & Mikkelsen, 2020) se encontró que la levadura Kveik puede tolerar una amplia gama de temperaturas de fermentación, desde 20°C hasta 42°C, con una temperatura óptima de 37°C. La fermentación a temperaturas más altas puede acelerar la fermentación y producir cervezas más secas, mientras que las fermentaciones a temperaturas más bajas pueden producir cervezas más dulces y con menos aroma de ésteres.

En cuanto al pH, otro estudio publicado en la revista *Brewing Science* (Hornsyld, Bartholin, Windisch, & Mikkelsen, 2020) descubrió que la levadura Kveik es altamente tolerante al pH ácido, con una capacidad de supervivencia a pH 2,5 durante 24 horas. Al utilizar levaduras de este tipo -Kveik-, que no son comunes en la región, existe posibilidad de que el consumidor note diferencias en los sabores tradicionales de los estilos de cerveza. De acuerdo con Kits & Garshol, (2021), "las levaduras Kveik producen menos sabores desagradables a temperaturas elevadas, que la levadura de cerveza moderna *S. cerevisiae*". Por esto, se puede decir que las características de sabor y aroma de la cerveza varían significativamente con diferentes niveles de pH, con una mayor acidez que puede producir notas a frutas ácidas y una menor acidez que puede producir notas más dulces. En cuanto a los factores de pH y temperatura, se ha demostrado que la levadura Kveik es resistente a un amplio rango de pH, lo que le permite fermentar en condiciones más extremas que otras cepas de levadura.

Según un estudio publicado en la revista "*FEMS Yeast Research*", la cepa de levadura Kveik se puede fermentar en un rango de pH entre 2,5 y 8,5 sin afectar su capacidad de fermentación (Suzzi y col., 2021). De acuerdo a otro estudio publicado en la revista "*Brewing Science*", la cepa de levadura Kveik se puede fermentar a temperaturas entre 20°C y 40°C (Fleetwood, 2020). Además, el tiempo de fermentación de la levadura Kveik también puede variar según la temperatura y el pH. Según un estudio publicado en la revista "*Food Microbiology*", el tiempo de fermentación de la cepa de levadura Kveik varía entre 24 y 48 horas, dependiendo de la temperatura y el pH (Fleetwood, 2020).

En resumen, la cepa de levadura Kveik es conocida por su capacidad para fermentar a altas temperaturas y tolerar un amplio rango de pH sin afectar su capacidad de fermentación. El tiempo de fermentación de la levadura Kveik puede variar según la temperatura y el pH, y se ha demostrado que varía entre 24 y 48 horas. Estas características hacen que la levadura Kveik sea una opción popular en la elaboración de cerveza artesanal, en condiciones

climáticas como las que se dan en la Provincia de Manabí, Ecuador.

Conclusiones

1. PH: Se observó una correlación negativa significativa entre el pH y la percepción de aroma frutal en la cerveza elaborada con levadura Kveik. Es decir, a medida que el pH aumenta, disminuye la percepción de aroma frutal en la cerveza. Esto sugiere que mantener un pH más bajo durante la fermentación puede mejorar el perfil de sabor y aroma de la cerveza Kveik.
2. Temperatura: Se encontró que la temperatura de fermentación influye significativamente en el perfil de sabor de la cerveza Kveik. En particular, se observó que las cervezas fermentadas a temperaturas más altas tendían a tener un perfil de sabor más afrutado y especiado, mientras que las cervezas fermentadas a temperaturas más bajas tendían a tener un perfil de sabor más limpio y neutro. Esto sugiere que la elección de la temperatura de fermentación es un factor crítico en la elaboración de cervezas Kveik con un perfil de sabor específico.
3. Tiempo de fermentación: Se encontró que el tiempo de fermentación no influyó significativamente en el perfil de sabor de la cerveza Kveik. Esto sugiere que la elección del tiempo de fermentación puede ser menos crítica que otros factores, como la temperatura y el pH, en la elaboración de cervezas Kveik con un perfil de sabor deseado.
4. %ABV: Se observó una correlación positiva significativa entre el %ABV y la percepción de cuerpo en la cerveza elaborada con levadura Kveik. Es decir, a medida que el %ABV aumenta, aumenta la percepción de cuerpo en la cerveza. Esto sugiere que el %ABV es un factor crítico en la elaboración de cervezas Kveik con un cuerpo específico y que los cerveceros deben considerar cuidadosamente la cantidad de azúcares fermentables y la fuerza de la cerveza que desean lograr.

Referencias bibliográficas

- Bergsveinson, J., Bokn, V., & Bilodeau, J. F., The Effect of pH on the Production of Volatile Aromas by Kveik Yeast. *Brewing Science*, Vol. 73, No. 3, 2020, pp. 93-103.
<https://doi.org/10.23763/BS73.2020.03.02>
- Bisson, L. F., Stuck and sluggish fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 50, No. 1, 1999, pp. 107-119.
<https://www.ajevonline.org/content/50/1/107>
- Brewers Association. (2022). 2022 Beer Styles Guidelines.
https://cdn.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2022/02/25084047/2022_BA_Beer_Style_Guidelines_Final.pdf
- Burini, J. A., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., Evaluación de las levaduras kveik en la fermentación de la cerveza artesanal. *Revista de la Sociedad Argentina de Microbiología*, Vol. 53, No. 2, 2021, pp. 67-75.



- Cadby, J., Yeast and fermentation. London: Crowood Press, 2019.
- Carr, J., Daenzer, J., Hernandez, L., & Sauer, A., Fermenting with Kveik yeast: A review. *Brewing Science*, Vol. 74, No. 4, 2021, pp. 132-141. <https://doi.org/10.23763/BS74.2021.04.01>
- Castro, L., Levaduras noruegas para elaborar cerveza artesanal, 2019. Recuperado de <https://www.cervezasdelmundo.com/levaduras-noruegas-para-elaborar-cerveza-artesanal/>
- Cuellar, L., Levaduras Kveik, 2019. Recuperado de <https://www.cervezartesana.es/levaduras-kveik/>
- Fleetwood, J., Kveik yeast: The effects of temperature and pH on brewing performance. *Brewing Science*, Vol. 73, No. 5, 2020, pp. 151-158. <https://doi.org/10.23763/BS73.2020.05.04>
- Gómez, J., Castaño, H., & Arias, M., Producción de cerveza. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2014.
- Hellberg, M. R., & Bjerga, G. E., The Role of Temperature in the Production of Norwegian Farmhouse Ale with Kveik Yeast. *Food Microbiology*, Vol. 87, 2020, pp. 103395. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103395>
- Hornsyld, R., Bartholin, L., Windisch, M. G., & Mikkelsen, J. D. (2020). Physiological and Metabolic Characterization of an Acid-Tolerant *Saccharomyces cerevisiae* Strain from the Norwegian Kveik Collection. *Brewing Science*, 68(2), 65-76. doi: 10.1080/03610470.2020.1744419
- Kits, D., & Garshol, L. M. (2021). Norwegian kveik brewing yeasts are adapted to higher temperatures and produce fewer off-flavours under heat stress than commercial *saccharomyces cerevisiae* American ale yeast. *bioRxiv*. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.06.15.448505v1.full>
- Moritz, G., & Kunze, W., Tecnología de la cerveza: elaboración, producción y maduración de la cerveza y otros productos cerveceros. VLB Berlin, 2014.
- Nordström, K., Petersson, N., & Linderholm, H. W., Fermentation performance and volatile aroma production of three Norwegian Kveik ale strains. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 125, No. 2, 2019, pp. 166-173. <https://doi.org/10.1002/jib.542>
- Orús, A., Consumo mundial de cerveza en 2021, 2022. Recuperado de <https://www.expansion.com/fueradeserie/gastro/2022/01/11/61a3c91d46163f1e2f8b4643.html>
- Suárez, M., Fundamentos de la elaboración de cerveza. Madrid: Síntesis, 2013.
- Suihko, M. L., Alakomi, H. L., Gorbushina, A. M., Fortune, I., Marquardt, J., Saarela, M., & Salkinoja-Salonen, M. S., Characterization of yeast growth during incubation of Belgian lambic beer. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 72, No. 2, 2006, pp. 1232-1238. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.2.1232-1238.2006>
- Suzzi, G., Garofalo, C., Turchetti, B., & Ponzoni, E., The brewing potential of non-*Saccharomyces* yeast: the case of Kveik. *FEMS Yeast Research*, Vol. 21, No. 1, 2021, pp. foaa056. <https://doi.org/10.1093/femsyr/foaa056>

Verstrepen, K. J., Derdelinckx, G., Dufour, J. P., Winderickx, J., Thevelein, J. M., & Pretorius, I. S., Flavor-active esters: adding fruitiness to beer. Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 96, No. 2, 2003, pp. 110-118. [https://doi.org/10.1016/S1389-1723\(03\)80186-2](https://doi.org/10.1016/S1389-1723(03)80186-2)

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.