

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD PRESENTE EN LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN LA CERVECERÍA "EL POSTIGUET".

Autor: Martínez Zaragoza Ignacio
Tutor: Ramon Ramos Barrales



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los consumidores de cerveza se han vuelto cada vez más exigentes y esto ha abierto nuevas oportunidades de mercado. Estas oportunidades han sido aprovechadas por una multitud de maestros cerveceros que comenzaron a aumentar la escala de producción de sus cervezas artesanales, para poder comercializarlas. El auge del mercado cervecero también ha suscitado un gran interés por mejorar la calidad de las cervezas. En el caso de las empresas cuyos recursos no son iguales a los de los grandes productores, este interés por mejorar la calidad, que es su punto fuerte, es aún mayor. Para mejorar la calidad de la producción de cerveza, se evita en lo posible la variabilidad, para ofrecer un producto estable y característico[1][2]. Este es el caso de "El Postiguet", una empresa cervecera de la provincia de Alicante, que surgió con este auge del mercado de la cerveza artesanal. Esta empresa elabora cervezas de diferentes estilos e intenta que cada estilo tenga unas características determinadas. Para que estas características se mantengan en todas las cervezas del mismo estilo, se miden parámetros como el pH y la densidad del mosto a lo largo del proceso, para que las cervezas sean lo más exactas posible. En casi todas las elaboraciones a pesar de utilizar los mismos ingredientes y tratar de mantener el pH y la densidad iguales en cada parte del proceso, siempre hay pequeñas variaciones.

OBJETIVOS

- MEDIR EL PH Y LA DENSIDAD DEL MOSTO EN DIFERENTES ETAPAS PARA ESTUDIAR SU VARIABILIDAD
- ENCONTRAR PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO QUE PUEDAN CAUSAR VARIABILIDAD EN EL PRODUCTO FINAL
- APORTAR SOLUCIONES Y POSIBLES CORRECCIONES A ESTOS PUNTOS CRÍTICOS

MATERIALES Y MÉTODOS

PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA EN "EL POSTIGUET"

1) MOLIEDA DEL GRANO MALTEADO
Se muele la malta en un molino como el de la imagen para romper el grano y facilitar la acción enzimática en las etapas posteriores.

2) MACERACIÓN
La malta molida se añade al agua en la olla de cocción para empezar la maceración. El agua se calienta a temperaturas de 65-75°C en función del estilo de cerveza, para activar las alfa y beta amilasas que degradarán el almidón en azúcares libres fermentables.

3) FILTRACIÓN
Utilizando las dos partes del tanque Whirlpool divididas por un filtro, se eliminan los residuos sólidos del mosto haciéndolo pasar por dicho filtro. En la parte superior quedan los residuos (cáscara de la cebada) que forman el bagazo y se reutiliza como pienso. En la parte inferior queda el mosto limpio y sin cáscara.

4) HERVIDO
Una vez limpio, el mosto se vuelve a llevar a la olla de cocción para comenzar su hervor. Esto se hace para esterilizarlo y eliminar otros organismos que puedan utilizar los azúcares fermentables en lugar de la levadura. Además, en esta etapa se añade el lupulo.

5) WHIRLPOOL
El mosto se añade de forma tangencial al tanque whirlpool de manera que se genera un torbellino. Permite que los residuos sólidos restantes se queden en el centro del tanque para que al extraer el mosto estos residuos permanezcan en el tanque y el mosto quede más limpio.

6) FERMENTACIÓN
Después del whirlpool el mosto se enfría gracias a un intercambiador de calor y se lleva a un fermentador donde se añadirá la levadura y comenzará el proceso fermentativo.

ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL DE ELABORACIÓN: Para el proceso completo de elaboración de cerveza la empresa utiliza un equipo de cocción compuesto por una olla de 1300L de capacidad y un tanque whirlpool donde además de realizarse el whirlpool se lleva a cabo el filtrado (Figura 1 A). Este último tanque está dividido en dos partes separadas por un filtro metálico, la parte de abajo recoge el mosto filtrado mientras que la de arriba contiene dos aspas que van moviendo la torta formada por el cereal para filtrar al máximo el mosto. Para la fermentación se utilizaron fermentadores de 1000L de capacidad como los de la Figura 1 (B).



Figura 1. En la parte "A" tenemos la olla de cocción (1) y el tanque whirlpool (2) en ambos se pueden ver, rodeadas por círculos rojos, las entradas y salidas donde se conectarán las mangueras que transportan el mosto. Señaladas por una flecha roja se indican las mangueras que se conectarán a las entradas y salidas de los tanques para transportar el mosto de un lugar a otro. En la parte "B" se ven los fermentadores de 1000L de capacidad donde se introduce el mosto limpio al que se le añade la levadura para que lleve a cabo la fermentación.

MEDIDAS DE PH Y DENSIDAD: Se cogieron muestras del mosto al principio y al final de las etapas de maceración y cocción. La densidad se midió con un refractómetro y con un densímetro. Mientras que el pH se midió utilizando un pHmetro o potenciómetro. También se midió el pH del agua de lavado (agua que se añade al final de la etapa de filtrado) y de la eficiencia (cantidad de litros antes y después de la cocción). Estos datos se tomaron durante el periodo de agosto a octubre de 2020, pero se completaron con datos ya recopilados por la empresa de elaboraciones anteriores para realizar un análisis en mayor profundidad.

Cervezas	M.D.I	M.R.I	M.Ph.I	M.D.F	M.R.F	M.Ph.F	Lavado.pH	C.D.I	C.R.I	C.Ph.I	C.D.F	C.R.F	C.Ph.F	Eficiencia
11-08-20	1040	7,6	5,4	1055	11,6	5,4	5,8	1045	9,1	5,3	1045	9,1	5,3	9,45
08-09-20	1056	11,9	5,4	1055	11,9	5,4	5,5	1045	9	5,4	1045	9	5,4	5,4
21-10-20	1045	9,1	5,4	1065	13,7	5,3	5,8	1040	7,5	5,3	1046	9,2	5,2	3,28
14-07-20	1050	10,3	5,3	1060	13	5,3	5,8	1045	9,1	5,2	1052	10,8	5,1	7,69
19-05-20	1050	10,2	5,4	1055	11,6	5,4	5,8	1047	9,5	5,4	1050	10,1	5,1	4,00
19-02-20	1045	9	5,4	105	10	5,4	5,8	1043	8,4	5,3	1050	10	5,3	8,00
10-02-20	1053	11,1	5,4	1055	11,6	5,4	5,7	1045	9	5,4	1050	10	5,2	10,16
22-01-20	1045	10,6	5,6	1055	11,5	5,3	5,7	1045	9	5,3	1055	10,3	5,1	8,33
14-01-20	1040	7,6	5,2	1055	11,7	5,2	5,7	1045	8,7	5,2	1050	10,2	5	5,88
15-10-19	1043	8,5	5,3	1050	10,3	5,3	5,7	1055	11,6	5,3	1050	10,1	5,2	7,69
04-06-19	1060	13	5,6	1053	10,9	5,6	6	1040	7,9	5,6	1045	9	5,4	3,92
09-05-19	1055	12,6	5,5	1058	12,9	5,4	5,6	1040	7,5	5,3	1044	8,7	5,3	8,00
29-04-19	1057	12,3	5,5	1058	12,4	5,4	5,8	1040	9,6	5,5	1044	8,7	5,3	10,85

Figura 2. Tabla 1. Datos obtenidos durante el muestro en las elaboraciones. En la primera fila se encuentran las abreviaturas de los datos medidos, y en la primera columna la fecha de la elaboración donde se midieron los datos. Las abreviaturas significan lo siguiente: M.D.I. = Densidad al inicio de la maceración por densímetro - M.R.I. = Densidad al inicio de la maceración por refractómetro - M.Ph.I. = pH al inicio de la maceración - M.D.F. = Densidad al final de la maceración por densímetro - M.R.F. = Densidad al final de la maceración por refractómetro - M.Ph.F. = pH al final de la maceración - Lavado.pH = pH del agua de lavado - C.D.I. = Densidad al inicio de la cocción por densímetro - C.R.I. = Densidad al inicio de la cocción por refractómetro - C.Ph.I. = pH al inicio de la cocción - C.D.F. = Densidad al final de la cocción por densímetro - C.R.F. = Densidad al final de la cocción por refractómetro - C.Ph.F. = pH al final de la cocción.

ANÁLISIS DE LOS DATOS: Se llevó a cabo un análisis del componente principal utilizando el Add-In XLSTAT del software Excel de Microsoft Office[3]. Los datos analizados fueron los del estilo de cerveza "Golden-Ale" por su relevancia para la empresa.

RESULTADOS

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	5,924	2,218	1,634	1,373	1,118
Variabilidad (%)	42,311	15,842	11,673	9,810	7,988
% acumulado	42,311	58,154	69,827	79,637	87,626

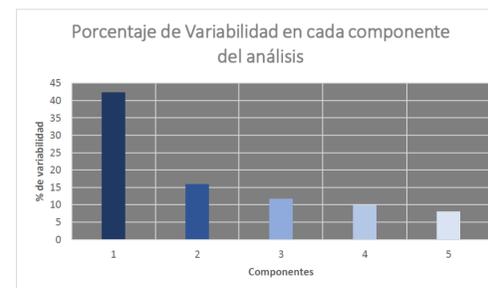


Figura 3. Variabilidad de los primeros 5 componentes del análisis. En la tabla se representan los 5 primeros componentes (F1, F2, F3, F4, F5), su valor propio, el porcentaje de variabilidad que abarca cada uno y el porcentaje de variabilidad acumulado. En el gráfico se representa únicamente el porcentaje de variabilidad abarcado por cada componente para visualizar mejor las diferencias entre ellos.

El análisis del componente principal determinó que con los 5 primeros componentes generados se puede explicar un 87.6% de la variabilidad en la muestra, siendo el componente que más porcentaje de variabilidad explicaba el primero (un 42,3%) como se ve en la Figura 3.

CONTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES A CADA COMPONENTE DEL ANÁLISIS					
	F1	F2	F3	F4	F5
M.D.I	11,662	0,090	3,788	6,512	1,714
M.R.I	11,127	0,000	4,104	8,757	7,797
M.Ph.I	9,210	1,299	0,374	4,802	8,323
M.D.F	0,115	8,395	22,037	15,306	10,058
M.R.F	0,455	37,631	0,968	1,514	0,161
M.Ph.F	12,141	8,135	0,826	0,243	0,937
Lavado.pH	0,881	3,708	22,877	7,966	7,582
C.D.I	8,263	9,819	10,833	0,182	5,694
C.R.I	4,034	13,955	20,738	0,294	2,735
C.Ph.I	11,331	7,023	0,535	3,794	3,225
C.D.F	8,934	2,291	1,718	17,106	10,988
C.R.F	10,968	1,682	2,042	13,618	2,919
C.Ph.F	10,734	3,314	0,569	14,171	0,373
Eficiencia	0,147	2,658	8,591	5,734	37,495

Figura 4. Tabla 2. Contribución porcentual de las variables a cada componente del análisis. Utilizando el mismo sistema de abreviaturas para las variables que en la Figura 2 en esta tabla se representa cual su porcentaje de contribución a cada uno de los componentes del análisis (F1, F2, F3, F4, F5) del componente principal.

En la tabla de la siguiente Figura 4 se ve como afecta cada variable a cada componente, es decir, como de importantes son a la hora de separar las cervezas (muestras) en el componente. Se puede observar por los datos de la Figura 4 que la densidad juega un papel importante al inicio del proceso por su elevado porcentaje de contribución en el componente F1. El pH por otro lado juega un papel importante durante todo el proceso pues aporta altos porcentajes de variabilidad tanto en la cocción como en la maceración y al inicio y al final de estas. Sin embargo, el pH del agua de lavado no juega un papel importante en la variabilidad en los dos primeros componentes que son los mayoritarios. Otro resultado destacable es el hecho de las diferencias entre la densidad medida por el refractómetro y la densidad medida por el densímetro. ya que a partir del segundo componente el refractómetro aporta mucha más variabilidad. En el caso de la eficiencia empieza a ganar importancia en los últimos 3 componentes (F3, F4 y F5) por lo que se puede determinar que sí es importante a la hora de la aportar variabilidad.

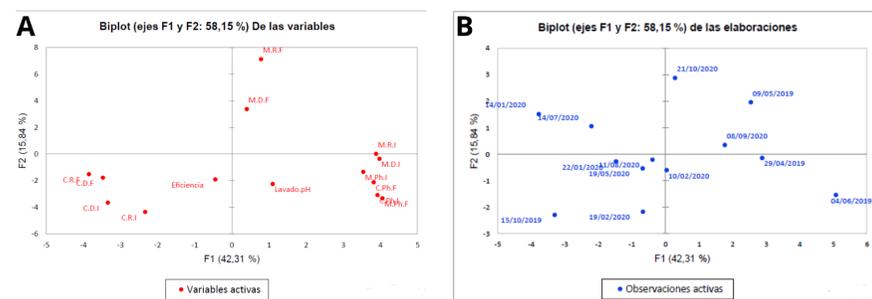


Figura 5. Utilizando el mismo sistema de abreviaturas que en la Figura 2 el apartado A se ve como se separan las variables en el primer y segundo componente. En la parte B se ve como se separan las elaboraciones en los componentes 1 y 2.

En el gráfico B de la Figura 5, podemos observar como de separadas quedan las muestras (elaboraciones) en los componentes 1 y 2 que abarcan un 58,14% de la variabilidad total. En el gráfico A lo que se separa a lo largo de los componentes 1 y 2 son las variables medidas, pH y densidad. Con estos dos gráficos podemos observar que sí existe mucha variabilidad presente en las cervezas y en las medidas tomadas.

CONCLUSIONES

- Existe mucha variabilidad al entre las cervezas y gran parte se debe a las diferencias entre las medidas de densidad con refractómetro y con densímetro.
- El mayor porcentaje de variabilidad por densidad se encuentra al inicio de la maceración, por lo que podemos destacarlo como punto crítico del proceso.
- El pH es el causante de la mayor parte de la variabilidad y se ve afectado por la cantidad de grano y por los correctores de pH utilizados (ácido ascórbico y fosfórico).
- Para corregir la densidad es necesario controlar mejor la proporción de agua y grano que se utiliza en la maceración.
- Para evitar la variabilidad del pH es necesario controlar mejor la cantidad de malta añadida y la cantidad de correctores del pH.
- Una manera de conseguir controlar mejor estos aspectos de los dos últimos puntos es invertir en equipamiento para controlar mejor las cantidades de ingredientes.
- Las diferencias en la eficiencia pueden deberse a diferencias en la temperatura de cocción, por lo que regulando mejor la temperatura se conseguiría disminuir la variabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Hudson, J. R. & Birtwistle, S. E. WORT-BOILING IN RELATION TO BEER QUALITY. J. Inst. Brew. 72, 46-50 (1966).
- Rodman, A. D. & Gerogiorgis, D. I. Dynamic Simulation and Visualisation of Fermentation: Effect of Process Conditions on Beer Quality. IFAC-PapersOnLine 49, 615-620 (2016).
- Torres-Salinas, D., Robinson-García, N., Jiménez-Contreras, E., Herrera, F. & López-Cózar, E. D. On the use of biplot analysis for multivariate bibliometric and scientific indicators. J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol. 64, 1468-1479 (2013).