

## **Fermentación y destilación alcohólica**

Ingeniera Isis Aracely López Cifuentes de Gálvez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniera Química Industrial egresada de la Universidad Rafael Landívar, curso el Master en Química e Ingeniería Alimentaria en la Universidad Ramon Llull, Instituto Químico de Sarriá (2007- 2008). Se ha desempeñado en la Industria de Alimentos en área de Control de Calidad, Logística y Alta Gerencia

### **RESUMEN**

Como parte del curso de Ingeniería Bioquímica y Reactores químicos, los estudiantes de Ingeniería en Industria de Alimentos y de Ingeniería Química, han visto el funcionamiento teórico de diferentes fermentadores, así como los diferentes procesos de biotransformación.

En este artículo se verá los resultados obtenidos al realizar un proceso fermentativo a nivel planta piloto, con el apoyo del laboratorio de Operaciones Unitarias, donde hace aproximadamente tres meses se instaló el fermentador y la Planta Piloto de Alimentos de la Universidad Rafael Landívar, aplicando así los conocimientos adquiridos durante el curso.

En esta ocasión los estudiantes vieron la oportunidad de utilizar los cereales para su transformación, ya que es a nivel mundial son los más utilizados para la producción de cerveza y bebidas alcohólicas.

Se llevó a cabo la elaboración de licor destilado a partir de malta, agua, azúcar y levadura; esto con el propósito de conocer y aplicar el proceso de macerado (biotransformación enzimática) importante en la industria de bebidas alcohólicas y fermentación (biotransformación microbológica) para la elaboración de bebidas destiladas a partir de granos.

#### **Palabras clave:**

Fermentación, biotransformación, destilación, bebida alcohólica.

### **ABSTRACT**

As part of the course students Biochemical Engineering in Food Industry Engineering, have seen the theoretical performance of different fermenters, and the various processes of biotransformation. In this paper the results obtained by performing a fermentation process at pilot plant level, with support from the Unit Operations Laboratory and Pilot Food Plant Rafael Landivar University and applying the knowledge gained during the course will be.

On this occasion the students saw the opportunity to use grain for processing, as it is globally are the most used to produce beer and spirits.

Was carried out making liquor distilled from malt, water, sugar and yeast; this in order to understand and apply the mashing process important in the liquor industry and fermentation (microbial biotransformation) for the production of distilled spirits made from grain (enzymatic biotransformation).

**Keywords:** Fermentation, biotransformation, Distillation

## INTRODUCCIÓN

### Fermentación

Es un proceso catabólico oxidativo, que produce un compuesto orgánico. En bioquímica se define como el proceso por el cual las sustancias orgánicas (sustratos) sufren una serie de cambios químicos (reducciones y oxidaciones) que producen

energía, al finalizar se presenta una acumulación de productos oxidativos y otros reducidos. Por otra parte, en microbiología se define como el proceso en el que los microorganismos producen metabolitos a partir de sustancias orgánicas en ausencia o presencia de oxígeno. Se puede clasificar según el producto que se obtenga, por lo que puede ser alcohólica, láctica, acética, etc.

La fermentación de interés en este artículo es la alcohólica. Este es un proceso de transformación del mosto de algún fruto o cereal a un líquido con contenido de alcoholes. El oxígeno es necesario para oxidar al carbono y obtener dióxido de carbono, junto al etanol, en su mayor parte como alcohol principal. Se utilizan azúcares simples como la glucosa como molécula principal en los sustratos y la transformación se da por el uso de levaduras.

Usualmente se utilizan cepas de la especie *S. cerevisiae*, las cuales están adaptadas a las condiciones del proceso que se llevará a cabo, Las cepas se pueden dividir entre de panadería, cervecera- vinatería y bebidas destiladas. Las cepas de cervecera y vinatería por lo general fermentan y se reproducen de manera más lenta y a temperaturas más cercanas a las ambientales (12 – 20 °C), tienen también una mayor tolerancia al etanol (entre 12 y 18 % en volumen) y una menor producción de compuestos secundarios como aldehídos, ésteres, alcoholes de cadena larga (aceite de Fusel) y fenoles.

Las cepas para bebidas destiladas se reproducen de manera más acelerada a

temperaturas cercanas a las ambientales (20 – 30 °C), tienen una alta tolerancia al etanol (18 – 26 % en volumen), sin embargo, si producen una mayor cantidad de productos secundarios durante la fermentación, los cuales son tradicionalmente minimizados o eliminados durante la destilación.

### Malteado

Este proceso consiste en germinar el grano hasta un punto en que sea visible la primera hoja de la nueva planta. Luego se seca para evitar reacciones metabólicas y fijar enzimas endógenas, sin que reaccionen.

### Macerado

Este proceso consiste en el aprovechamiento de las enzimas contenidas en los sustratos como lo es la malta para convertir los almidones (carbohidratos complejos) en azúcares simples (glucosa, maltosa y maltotriosa) para que puedan ser metabolizados por los microorganismos como lo es la levadura y así poder llevar a cabo la fermentación. Se lleva a cabo con los granos malteados, triturados y cocidos a una temperatura entre 50-55°C, con un tiempo de 60-90 minutos. Con este tratamiento se hidroliza el almidón por acción de enzimas como la alfa y beta amilasa.

### Destilación

La destilación es la operación de separar, mediante un proceso en el cual se da vaporización y condensación en los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla. Esta separación se realiza aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión. En la práctica la destilación utilizada

fue la destilación simple, en la cual el objetivo era la separación de etanol del mosto fermentado.

### PROCESO

1. Macerado: este proceso se llevó a cabo en la Planta Piloto de Alimentos, URL. Las variables controladas fueron: temperatura y tiempo, 50-55°C - 60-90 minutos, respectivamente.

**Figura 1:** macerado



Se utilizó cebada previamente malteada, secada y triturada en molino de bolas.

Después de este tiempo y temperatura, los almidones contenidos en la malta fueron hidrolizados. Se separó el sólido restante, de la solución de azúcares simples, la cual ya se trasladó a un fermentador.

2. Fermentación: Se realizó en un fermentador de tanque agitado, tipo batch, el cual está ubicado en el laboratorio de Operaciones Unitarias, URL.

**Figura 2:** fermentación



Se aplicó agitación para homogenizar el sustrato y su interacción con la levadura, la fermentación se dio a temperatura ambiente. Se realizó durante 15 días. El fermentador fue previamente lavado y desinfectado para evitar una contaminación que afecte el producto final.

Durante el proceso se monitoreó la transformación del mosto mediante lecturas de °Brix.

**Figura 3:** mosto



3. Destilación: El mosto ya fermentado fue llevado a un destilador tipo Bach. Este destilador cuenta con un serpentín para la transferencia de calor, para ello se utilizó vapor por lo que se utilizó la caldera ubicada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, URL. La destilación se llevó a cabo en aproximadamente 2 horas, tomando en cuenta

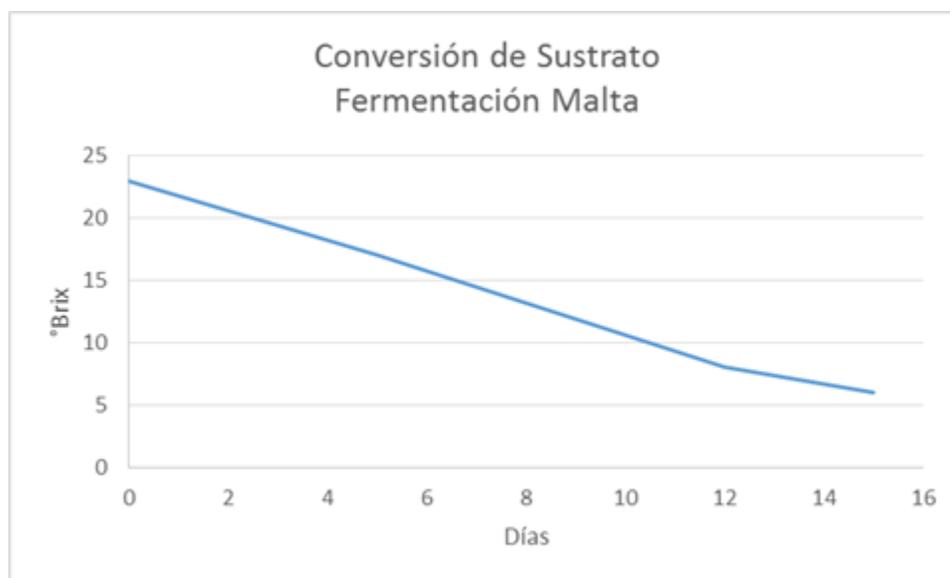
las temperaturas de los diferentes subproductos, se realizó recuperación de las diferentes fracciones. Obteniendo aproximadamente 0.9 litros de alcohol, el cual fue transformado en whiskey, con un grado alcohólico de 41.38%, obteniéndose al final 2.17 litros de producto final.

**Figura 4:** Generación de vapor y destilación



## RESULTADOS

**Gráfica 1.** Conversión de Sustrato y fermentación de malta.



**Tabla 1.** Resultados obtenidos

PARÁMETRO	RESULTADO
1ª medición °Brix	23°Brix
Inicial	
2ª medición °Brix	17°Brix
5 días	
2ª medición °Brix	8°Brix
12 días	
2ª medición °Brix	6°Brix
15 días	
? del producto destilado	0.9063 g/ml
Volumen de Producto	2.17 Litros
Concentración V/V	41.38% etanol
Rendimiento de malteado	84%
Eficiencia de macerado	20.69%
Masa aparente azucares como unidades de sacarosa	3.648kg

Potencial de %v/v alcohol	9.88%
Rendimiento fermentación	87.31%
Rendimiento destilación	43.76%

Fuente: Resultados reportados por los alumnos: Wayne Boburg, Elmar Ortega, Anna Cecilia Aguirre, Fabiola Artero y Alejandro Quevedo.

### CONCLUSIONES

1. Producto: 2.17 litros de producto destilado con un contenido de etanol aproximado de 41.5%.
2. Densidad del producto destilado fue de 0.9063 g/ml.
3. Rendimiento de malteado fue de 84%, del macerado 20.69%, de la fermentación 87.31% y de la destilación del 43.76%

### BIBLIOGRAFÍA

- E. M. T. El-Mansi, Fermentation, Microbiology and biotechnology, Third Edition, CRC, Press, 2011
- What is malted grain, Palmer J. Disponible en red:  
<http://www.howtobrew.com/section2/chapter12.html>
- Wort production & fermentation, Disponible en red:  
[http://braukaiser.com/wiki/index.php?title=Main\\_Page](http://braukaiser.com/wiki/index.php?title=Main_Page)
- Spoelman, C. & Haskell, D. (2013). How to make whiskey. *The Kings county distilleryguide to urban moonshining, how to make and drink whiskey* (1a. Ed, pp. 127-149). New York: Abrams.