



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
“OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE OSCURA
UTILIZANDO UN EQUIPO BIORREACTOR DE NIVEL PILOTO”

AUTORAS:

Fuentes Ruano Angela Paola
Fuentes Ruano Evelyn Karina

DIRECTOR:

Ing. Carla Almendáriz MSc.

ASESORES:

Ing. Jimmy Cuarán

Ing. Carlos Paredes

Dra. Lucia Yépez

2014

Lugar de la Investigación: Tulcán, Carchi

Beneficiarios: Agricultores, productores de cebada, microempresarios.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FUENTES RUANO, ANGELA PAOLA Y FUENTES RUANO, EVELYN KARINA. Obtención de cerveza artesanal tipo ale oscura utilizando un equipo biorreactor de nivel piloto/ TRABAJO DE GRADO. Ingenieras Agroindustriales. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Noviembre 2014. 108 p.

DIRECTOR: *Ing. Carla Almendáriz*

En el presente trabajo se presentan los parámetros de inicio, procesamiento y características de la cerveza artesanal tipo Ale oscura. Esta bebida fue elaborada utilizando levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, y se obtuvo una tonalidad oscura, por medio de la utilización de tres porcentajes de malta tostada en la fórmula. Uno de los factores influyentes en la elaboración de cerveza es la temperatura de fermentación; ésta debe ser constante y estable durante todo el tiempo que dure el proceso, por lo que se utilizó un biorreactor eléctrico, con el fin de establecer la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación.

Fecha: Noviembre 2014

Ing. Carla Almendáriz

f) Director de Tesis

Angela Fuentes

f) Autora

Evelyn Fuentes

f) Autora

“OBTENCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE OSCURA UTILIZANDO UN EQUIPO BIORREACTOR DE NIVEL PILOTO”

Autoras:

Fuentes Ruano Angela

Fuentes Ruano Evelyn

Coautora:

Ing. Carla Almendáriz

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan los parámetros de inicio, procesamiento y características de la cerveza artesanal tipo Ale oscura.

Esta bebida fue elaborada utilizando levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, y se obtuvo una tonalidad oscura, por medio de la utilización de tres porcentajes de malta tostada en la fórmula.

Uno de los factores influyentes en la elaboración de cerveza es la temperatura de fermentación; ésta debe ser constante y estable durante todo el tiempo que dure el proceso, por lo que se utilizó un biorreactor eléctrico, con el fin de establecer la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación.

El proceso para obtener cerveza artesanal tipo Ale oscura consta de los siguientes pasos: recepción, selección, pesado, malteado, tostado, molienda, maceración, lavado, filtrado, hervido, enfriado, inoculación, fermentación, maduración y envasado.

Para el análisis de las variables se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A x B, siendo el factor A la cantidad de malta tostada que se adicionó a la fórmula en proporciones del 5, 10 y 15%, y el factor B la temperatura de fermentación utilizada 15, 20 y 25°C, obteniéndose 9 tratamientos con 3 repeticiones, esto es 27 unidades experimentales de 20 litros de mosto cada una, los mismos que fueron utilizados para evaluar la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación, el pH, grado alcohólico, aspecto, color, olor, sabor y preferencia de la cerveza.

Además, se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) para factores, para la evaluación del aspecto, color, olor y sabor la prueba analítica discriminativa de ordenamiento y para la preferencia la prueba de Friedman.

Al final del proceso de fermentación se determinó el rendimiento del producto mediante balance de materiales y se evaluó la eficiencia del biorreactor.

Con el producto terminado se realizó un análisis sensorial, con la colaboración de 15 personas que evaluaron el aspecto, color, olor, sabor y preferencia del producto, por medio de una degustación.

Los resultados demostraron que **T8** (15% de malta tostada, 20°C) fue el mejor tratamiento, por lo que se analizó el rendimiento, costos y análisis microbiológico de conteo de mohos y levaduras, según el método de ensayo de la Asociación de las Comunidades Analíticas AOAC 997.02 y Recuento en placa, utilizando el método de ensayo de la Asociación de las Comunidades Analíticas AOAC 989.10, para este tratamiento.

SUMMARY

In this paper, we present the startup parameters, and processing characteristics of the Handcrafted beer type dark Ale.

This drink was prepared using yeasts of the genus *Saccharomyces cerevisiae*, and obtained a dark in tone, through the use of three percentages of toasted malt in the formula.

One of the influential factors in the development of beer is the temperature of fermentation; this must be constant and stable during the entire duration of the procedure so that was used a bioreactor electric, in order to establish the influence of temperature on the fermentation time.

The process for obtaining handcrafted beer type dark Ale consists of the following steps: reception, selection, heavy, malty, roasting, grinding, maceration, washing, filtered, boiled, cooled, inoculation, fermentation, maturation and bottling.

For the analysis of the variables employed a completely randomized design (CRD) factorial arrangement with A x B, being the factor to the amount of toasted malt that was added to the formula in proportions of 5, 10 and 15 %, and the B-factor the fermentation temperature used 15, 20 and 25 °C, and obtained 9 treatments with 3 replications, this is 27 experimental units of 20 liters of wine each, the same that were used to assess the influence of temperature in the fermentation time, pH, alcoholic strength, appearance, color, smell, taste and preference of the beer.

In addition, the Tukey test at the 5% for treatments, the Minimum Significant Difference test (DMS) for factors, for the evaluation of the appearance, color, smell and taste the analytical test ordering and discriminative preference for the Friedman test.

At the end of the process of fermentation was determined the performance of the product through material balance and assessed the efficiency

With the finished product was a sensory analysis, with the collaboration of 15 persons who evaluated the appearance, color, smell, taste and preference of the product, through a tasting.

The results showed that T8 (15% of toasted malt, 20 °C) was the best treatment, by what was discussed the performance, costs and microbiological analysis of count of molds and yeasts, according to the method of test of the Association of Analytical communities AOAC 997.02 and plate count, using the test method for the Association of Analytical communities AOAC 989.10 for this treatment.

PALABRAS CLAVES:

Cerveza artesanal, fermentación, cebada, biorreactor.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

En Latinoamérica la preferencia por las bebidas de elaboración artesanal es una de las tendencias de consumo observadas en el estudio de los gustos de los consumidores (Mundo cerveza, 2013).

En el Ecuador está creciendo la preferencia del consumidor por productos nuevos y artesanales, lo que promueve su fabricación.

Sin embargo, las nuevas políticas del gobierno prohíben importar productos que se considera pueden ser fabricados en el país, como es el caso de la cerveza artesanal, quedando por tal razón desatendido este mercado. Además para su elaboración no se cuenta con parámetros estandarizados de inicio, de proceso y del producto final, lo que no asegura o garantiza la obtención de un producto homogéneo y certificado para su consumo, siendo éste uno de los principales problemas para su producción.

Según la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria al no existir una norma técnica específica para la cerveza artesanal no se habían registrado productos de este tipo, ni tampoco establecimientos que la fabriquen (Tamariz, 2013).

1.2 Justificación

El presente trabajo, pretende establecer parámetros de inicio, procesamiento y características de la cerveza artesanal tipo Ale oscura, con el fin de estandarizar la producción en el Ecuador.

Al caracterizar la materia prima, su formulación y regularizar el proceso de producción mediante un biorreactor de nivel piloto que permita tener una estabilidad en la producción se proyecta la obtención de una cerveza homogénea.

Mediante este estudio se podría contribuir a establecer parámetros iniciales para una norma de cerveza artesanal, debido a que por sus características propias no se puede compararla o adaptarla con la norma INEN 2262 para cerveza, ya que sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas son diferentes a la cerveza industrial.

El consumidor ecuatoriano cada vez es más exigente, busca nuevos productos, lo que motiva la producción de cerveza artesanal, su consumo y la creación de microempresas, exaltando el espíritu emprendedor de los mismos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materias Primas:

- Cebada
- Lúpulo
- Agua
- Levadura
- Azúcar

Equipos:

- Biorreactor de 50 litros de capacidad
- Balanza
- Cocina a gas
- Tanque de gas
- Contenedores
- Botellas
- Tapas
- Bomba para envasado
- Implementos de cocina

Laboratorio:

- pHmetro
- Alcohólímetro
- Termómetro
- Densímetro
- Probetas
- Vasos de precipitación

2.1 Factores en estudio

Factor A – porcentaje de malta tostada adicionado

- A1 → 5%
- A2 → 10%
- A3 → 15%

Factor B – temperatura de fermentación

- B1 → 15
- B2 → 20°C
- B3 → 25°C

Tratamientos.

De la interacción de los factores A y B se obtuvo nueve tratamientos, los mismos que fueron utilizados para evaluar la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación, el pH, grado alcohólico, aspecto, color, olor, sabor y preferencia de la cerveza.

2.2 Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial 3² (AxB), correspondiente a la combinación de dos factores con tres niveles cada uno y con tres repeticiones, además, se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, la prueba Diferencia Mínima Significativa para factores, para la evaluación del aspecto, color, olor y sabor la prueba Analítica Discriminativa de Ordenamiento y para la preferencia la prueba de Friedman.

2.3 Características del experimento

Se realizó un Análisis de Varianza con las siguientes características:

- Tratamientos = 9
- Repeticiones = 3
- Unidades experimentales = 27
- Cada unidad experimental fue de 20 litros de mosto.

2.3.1 Análisis de Varianza

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	26
Tratamientos	8
Factor A cantidad de malta tostada	2
Factor B temperatura de fermentación	2
Interacción A x B	4
E. Experimental	18

3. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

3.1 Variables Cuantitativas

- **Influencia de la temperatura en el tiempo de Fermentación:** se tomó el tiempo en horas con un reloj digital; durante la fermentación, manteniendo una temperatura constante de 15, 20 o 25°C, según el tratamiento, hasta llegar a la densidad de la cerveza de 1,020 g/ml.
- **pH:** determinación del pH del producto al final, para establecer parámetros de calidad utilizando un pHmetro de precisión ± 0,1 ±1 dígito, con un rango de medida de 0 – 14 pH, autocalibración en 1 punto; en cada tratamiento, según NTE INEN 2325.
- **Grado alcohólico:** determinación del grado alcohólico con un alcoholímetro, con un rango de medición de 0 a 100% y resolución del 1%. Las mediciones se hicieron al final del proceso en cada tratamiento, según NTE INEN 2322.

3.2 Variables Cualitativas

- Determinación de las variables cualitativas con degustación a 15 personas, en tres turnos de cinco personas cada uno. En cada turno hubo tres fases, la primera con cinco muestras, la segunda con cuatro muestras y la tercera con la muestra preferida de cada fase anterior, para determinar el mejor tratamiento. El color, olor, sabor y aspecto, se determinaron mediante la prueba analítica discriminativa de ordenamiento, en la que se asignó un valor a cada punto de la escala de ordenación, se obtiene los rangos y se comparan los valores con la tabla de Kramer al 5%, además el color se comparó con la Tabla Beer Color Chart (SRM).
- El porcentaje de malta óptimo entre malta tostada y sin tostar, se obtuvo mediante la determinación de la preferencia, con la aplicación de la prueba no paramétrica de Friedman, además se realizó un estudio de caso por medio de una encuesta de consumo formulada a 30 personas.

$$x^2 = \frac{12}{b \cdot t(t+1)} \Sigma R^2 - 3b(t+1)$$

Donde:

R: rangos
t: tratamientos
b: degustadores

3.3 Variables Microbiológicas

Al final del proceso, al mejor tratamiento; Conteo de mohos y levaduras, utilizando el método de ensayo de la Asociación de las Comunidades Analíticas AOAC 997.02 y Recuento en placa, utilizando el método de ensayo de la Asociación de las Comunidades Analíticas AOAC 989.10. Realizadas por el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, de la Universidad Técnica del Norte.

3.4 Rendimiento

Se determinó el rendimiento en litros al término del proceso, mediante balance de materiales, al mejor tratamiento.

3.5 Costos de Producción

Se determinó el costo de producción del mejor tratamiento de cerveza artesanal tipo ale oscura, en una presentación de 160 ml.

3.6 Eficiencia del Biorreactor

La eficiencia del biorreactor se la determinó mediante la fórmula:

$$\text{Eficiencia General del Equipo} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

Disponibilidad = (Tiempo de Operación/ Tiempo de Operación Total) X100

TO = tiempo de operación

TOT = tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas

Eficiencia = tiempo de ciclo ideal / (tiempo de operación x N° de unidades)

Tiempo de ciclo ideal = 1/capacidad nominal

Calidad = N° de unidades conformes/N° unidades totales

3.6.1 Eficiencia del sistema eléctrico del biorreactor

Se la determinó mediante la fórmula:

$$E = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100$$

T1 = temperatura de las resistencias eléctricas

T2 = temperatura del mosto

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis estadístico de las variables cuantitativas

Análisis de la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación.

Entre el nivel A3 (15% de malta tostada) y el nivel B3 (25°C) se logra el menor tiempo de fermentación, por lo que T9 es el mejor tratamiento, ya que tarda menos tiempo en fermentarse debido a que a mayor temperatura las levaduras actúan con mayor rapidez.

Análisis del pH

Los mejores tratamientos son T5, T7, T8, T9, ya que presentan un valor de pH de 4.5, que es más bajo que el de los demás tratamientos, lo que contribuye a su conservación.

Análisis del Grado Alcohólico

T3 (5% de malta tostada, 25°C), tiene mayor grado de alcohol, debido a que tiene menor cantidad de malta tostada, es decir posee más azúcares fermentables y la temperatura de fermentación es más alta.

4.2 Análisis estadístico de las variables cualitativas

Análisis del Aspecto

T5 (10% de malta tostada, 20°C) y T8 (15% de malta tostada, 20°C) son los tratamientos de apariencia más clara.

Análisis del Color

T4 (15% de malta tostada, 25°C) y T9 (15% de malta tostada, 25°C) son los tratamientos de color más oscuro, debido a que poseen mayor cantidad de malta tostada.

Análisis del Olor

En los tratamientos predominó el aroma a chocolate, debido a la utilización de malta tostada en la fórmula.

Análisis del Sabor

T1 (5% de malta tostada, 15°C) es el tratamiento de gusto más amargo y T9 (15% de malta tostada, 25°C) el más dulce.

Análisis del porcentaje óptimo entre malta tostada y sin tostar, determinado por la preferencia

T8 (15% de malta tostada, 20°C), es el tratamiento preferido por los degustadores, es decir es la mezcla óptima entre malta tostada y sin tostar.

4.3 Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Parámetro analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Recuento mohos	UPM/ml	0	AOAC 997.02
Recuento levaduras	UPL/ml	1.4×10^6	AOAC 997.02
Recuento aerobios mesófilos	UFC/ml	0	AOAC 989.10
Recuento coliformes totales	UFC/ml	0	AOAC 989.10

Los análisis demuestran que la cerveza está libre de microorganismos aerobios, por lo que es apta para el consumo.

4.4 Rendimiento del mejor tratamiento

A partir de 5.1 kg de cebada se obtuvo 20.4 kg de cerveza con 5,7°GL de alcohol, lo que indica que hubo un 75.28% de rendimiento.

4.5 Costos de producción del mejor tratamiento

El costo de producción de una botella de cerveza artesanal tipo ale oscura de 160 ml es de 0,681 USD.

4.6 Eficiencia del biorreactor

Disponibilidad: $(TO/TOT) \times 100$

Tiempo de operación = 23 Horas

Tiempo de operación total = 24 Horas – 0horas

Tiempo de operación total = 24Horas.

Disponibilidad = $(23/24) \times 100$

Disponibilidad = 95.83%

Eficiencia: Tiempo de ciclo ideal = 1 producto/23 horas

Eficiencia = $23/(23 \times 1) = 1$

Calidad: $1/1 = 1$

Eficiencia General del Equipo = $95,83 \times 1 \times 1 = 95,83\%$

4.6.1 Eficiencia del sistema eléctrico del biorreactor

Valores de las resistencias eléctricas:

- Primera = verde 5
- Segunda = amarillo 4
- Tercera = rojo 2 $\rightarrow 100$

$$54 \times 100 = 5400 \Omega$$

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{110V}{5400\Omega}; \Omega = \frac{V}{A}$$

$$I = \frac{110V}{5400\frac{V}{A}}$$

$$I = 0,02 \frac{VA}{V}$$

$$I = 0,02 A$$

$$P = VI$$

$$P = 110 \frac{J}{C} \cdot 0,02 A; A = \frac{C}{s}$$

$$P = 110 \frac{J}{C} \cdot 0,02 \frac{C}{s}$$

$$P = 2,2 \frac{J}{s}$$

$$Q_{Cond} = Pt$$

$$Q_{Cond} = m_{Cond} \times C_p_{Cond} \times \Delta T; \Delta T = T1 - T_{ref}$$

$$Q_{Cond} = m_{Cond} \times C_p_{Cond} \times T1 - T_{Res}$$

$$T1 = \frac{Q_{Cond}}{m_{Cond} \times C_p_{Cond}} + T_{Ref}$$

$$T1 = \frac{2,2 \frac{J}{s} \times 408 s}{14,15g \times 0,45 J/g C} + 12^\circ C$$

$$T1 = 141 + 12 = 153^\circ C$$

$$E = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100 ; \quad T_2 \text{ mosto}$$

$$T_2 = \sum \frac{T_i}{n}$$

$$T_2 = \frac{(15+20+25)^\circ\text{C}}{3}$$

$$T_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$E = \frac{153^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}{153^\circ\text{C}} \times 100$$

$$E = 86,93 \%$$

El resultado obtenido 86.93%, indica que la eficiencia del sistema eléctrico del Biorreactor tiene una excelente competitividad.

5. CONCLUSIONES

- Al analizar la influencia de la temperatura en el tiempo de fermentación, se observa que T9 (15% de malta tostada, 25° C), alcanza la densidad para el producto final de 1,020 g/ml, en menor tiempo que los demás tratamientos.
- La valoración del pH indica que T5 (10% de malta tostada, 20°C), T7 (15% de malta tostada, 15 °C), T8 (15% de malta tostada, 20° C) y T9 (15% de malta tostada, 25° C) poseen los valores más bajos, lo que contribuye a su conservación.
- El tratamiento con mayor grado alcohólico es T3 (5% malta tostada, 25° C) debido a que tiene menor cantidad de malta tostada, es decir posee más azúcares fermentables y la temperatura de fermentación es más alta.
- El análisis de las características organolépticas, dio como resultado que T8 (15% de malta tostada, 20° C) y T9 (15% de malta tostada, 25° C), son los tratamientos que obtuvieron mayor aceptación de los degustadores.
- Se determinó que el porcentaje de mezcla óptimo entre malta tostada y sin tostar para elaborar cerveza artesanal tipo Ale oscura es 15% de malta tostada y 85% de malta sin tostar; debido a que T8 fue el tratamiento preferido por los degustadores.
- Las pruebas microbiológicas realizadas al mejor tratamiento T8 (15% de malta tostada, 20° C) determinan que cumple con la NTE INEN 2262, por lo que es apto para el consumo.
- El rendimiento del mejor tratamiento T8 (15% de malta tostada, 20° C), fue del 75.28% y el costo de producción de una

botella de cerveza artesanal tipo ale oscura de 160 ml fue de 0,681 USD.

- Se evaluó el funcionamiento del biorreactor de 50 litros por medio del sistema de Eficiencia general del equipo, obteniendo como resultado 95,83% de eficiencia general y un 86,93% de eficiencia del sistema eléctrico.
- Se determinó que los porcentajes de malta tostada y sin tostar, si influyen en las características organolépticas y que la temperatura interviene en el tiempo requerido para la fermentación en el proceso de obtención de cerveza artesanal tipo Ale oscura, por tanto se aceptan las hipótesis alternativas.

6. RECOMENDACIONES

- En el proceso de inoculación enfriar el mosto máximo en 15 minutos para evitar la contaminación y variación del pH.
- Luego del proceso del tostado, es necesario almacenar la malta por un lapso aproximado de 2 semanas antes de usarla para la fabricación de cerveza, para evitar sabores y aromas indeseables.
- Leer las instrucciones de uso del biorreactor antes de su operación.
- Investigar posibles usos para los residuos de la filtración.
- Realizar más investigaciones sobre cerveza artesanal, con el fin de obtener más datos que ayuden a elaborar una norma.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, F. (2006). Química Orgánica. San José: EUNED.
2. Aguilar, F. (2000). resistencias. Obtenido de http://fresno.pntic.mec.es/~fagl0000/ley_de_ohm.htm
3. Aj, E. (9 de agosto de 2013). informe21.com. Obtenido de 6 claves para reconocer una buena cerveza: <http://informe21.com/cerveza/6-claves-para-reconocer-una-buena-cerveza>
4. Atkinson, B. (2002). Reactores bioquímicos. Sevilla: Reverté S.A.
5. Bamforth, C. W. (2005). Alimentos, fermentación y microorganismos. Zaragoza : ACRIBIA S.A.
6. Cabrera, F. (23 de junio de 2009). UNAD. Obtenido de bebidas

- fermentadas:
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/306598/contLinea/leccin_4_la_cerveza_definicion_consideraciones legales_proceso_de_elaboracion.html
7. Cartaya, A. (1 de febrero de 2013). Slide player. Obtenido de <http://slideplayer.es/>
 8. Castillo, C. (2002). Germinación y malteado de la cebada. Cali: ReCiTeLA.
 9. Castillo, J. (2012). Guía de cervezas artesanas españolas. Madrid: Visión Libros.
 10. Cervebel. (2013). Obtenido de ingredientes:
<http://www.cervebel.es/malta.htm>
 11. Cerveza y salud. (1 de marzo de 2012). Obtenido de composición y propiedades nutritivas de la cerveza:
http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_marzo_02/zcerveza/valornutritivo.htm
 12. Collado, Q. (27 de noviembre de 2001). verema. Obtenido de levaduras y la fermentación alcohólica:
<http://www.verema.com/articulos/500449-levaduras-fermentacion-alcoholica-ii>
 13. Colman, E. (8 de agosto de 2011). imujer el gran catador. Obtenido de grados de alcohol de la cerveza:
<http://elgrancatador.imujer.com/2011/08/08/grados-de-alcohol-de-la-cerveza>
 14. Cruelles, A. (2012). Productividad e Incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. Barcelona: Marcombo S.A.
 15. Cruelles, J. A. (2010). La Teoría del Despilfarro. Toledo: Artef.S.I.
 16. De la Peña, E. (2006). Vinos y Licores. Lima: MIRBET.
 17. Dominguez, S. (2012). El laboratorio de microbiología. Obtenido de Escala McFarland:
<http://perso.wanadoo.es/microdominguez/index.htm>
 18. Duarte, F. (12 de diciembre de 2013). El método del tocino. Obtenido de <http://metododeltocino.blogspot.com/>
 19. Dudes, H. (10 de Mayo de 2014). Salve la cerveza. Obtenido de www.dudesbeertasters.blogspot.com
 20. Durán, F. (2012). La Biblia de las recetas industriales. Culiacán: Grupo Latino.
 21. Gamazo, C., Sánchez, S., & Camacho, A. (2013). Microbiología. Barcelona: Elsevier.
 22. García, F., Gil, M., & García, P. (2004). Bebidas. Madrid: Thomson Ediciones Paraninfo S.A.
 23. García, V. (2005). Introducción a la microbiología. Costa Rica: EUNED.
 24. Gonal. (10 de Mayo de 2014). La vuelta al mundo en 80 cervezas. Obtenido de www.lavueltaalmundoen80cervezas.blogspot.com
 25. Gonzalez, c. (28 de agosto de 2012). tecnología electrónica. Obtenido de código de colores:
<http://electrochnology.blogspot.com/2012/08/codigo-de-colores.html>
 26. Guerrero, A. (1998). Cultivos herbáceos extensivos. Bilbao: Mundi Prensa.
 27. Hernández, A. (2003). Microbiología industrial. San José: Universidad Estatal a Distancia.
 28. Hopp, V. (2005). Fundamentos de tecnología química. Barcelona: Reverté.
 29. Hough, J. (2002). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zaragoza: Acribia S.A.
 30. IICA. (1999). Industria de la cerveza. España: AECL.
 31. Inaraja, C., & Soriano, J. (2009). El mundo de las cervezas. Sevilla: Heineken España S.A.
 32. Klopfer, M. (1 de junio de 2011). science fare. Obtenido de frying, boiling the Maillard reaction:
<http://ediblesciencefare.wordpress.com/2011/06/01/maillard-reaction/>
 33. Levenspiel, O. (2005). Ingeniería de las reacciones químicas. Barcelona: Reverté.
 34. Mash. (9 de enero de 2013). Obtenido de fermentación:
<http://www.revistamash.com/detalle.php?id=379>
 35. Montero, W. (2006). Encuesta de condiciones de Vida. Quito.
 36. Mundo cerveza. (19 de mayo de 2013). Obtenido de crece el consumo de cerveza artesanales en latinoamérica:

- <http://www.mundocerveza.com/2013/0519/crece-el-consumo-de-cervezas-artesanales-en-latinoamerica/>
37. Noriega, G. (2004). Biotecnología alimentaria. México: LIMUSA.
 38. Oña, C., & Serrano, D. (2014). Mantenimiento básico de maquinarias e instalaciones en la industria alimentaria. ic.
 39. Páez, V. (2010). Bebidas Fermentadas. ReCiTelA, 17.
 40. Palmer, J. (1999). how to brew. Obtenido de <http://www.howtobrew.com/sitemap.html>
 41. Passarge. (2010). Genética, texto y atlas. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
 42. Pilla, S., & Vinci, G. (2012). Cervezas de todo el Mundo. Barcelona: De Vecchi.
 43. Posse, J. (1993). Estudio de competitividad agropecuaria y agroindustrial. Venezuela: ICCA.
 44. Quiminet. (25 de junio de 2014). Quiminet.com. Obtenido de medición del ph en la industria alimentaria: <http://www.quiminet.com/articulos/medicion-del-ph-en-la-industria-alimentaria-3814617.htm>
 45. Reyes, A. (2005). Fabricación artesanal de la cerveza. Colombia: Sic.
 46. Rodríguez, V. (2008). Bases de la Alimentación Humana. Netbiblo.
 47. Rosales, A. (28 de septiembre de 2013). El Tiempo. Obtenido de La movida de la cerveza artesanal en colombia: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13089022>
 48. Sarmiento, J. (2004). efecto joule. Obtenido de <http://roble.pntic.mec.es/~jsaa0039/ucabot/joule-intro.html>
 49. Siagro-Infoplan. (2014). Atlas cantón Tulcán. TULCÁN: GADMT.
 50. Tamariz, G. (2013). Vistazo, Boom Cervecerero. Obtenido de <http://www.vistazo.com/imprensa/pais/?id=6562>
 51. Tortora, Funke, & Case. (2007). Introducción a la microbiología. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
 52. Udep. (2000). Importancia del pH en las industrias. Obtenido de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirUDEP/tesis/pdf/1_197_184_140_1851.pdf
 53. Unizar. (17 de mayo de 2011). NUTRICIÓN Y DIETÉTICA. Obtenido de <http://nutricionhuesca.blogspot.com/2011/05/tema-32-pendiente-de-revision-y-dibujos.html>
 54. Wolke, R. L. (2005). Lo que Einstein le contó a su cocinero 2. Barcelona: Robinbook.
 55. Zaragoza, M., Vincent, S., & Alvarez, J. (2006). Química industrial orgánica. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.