

# **Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana**

**Jhonny Sanlate Matos**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Jhonny Sanlate Matos**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

# **Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana**

Presentado por:

Jhonny Sanlate Matos

Aprobado:

---

Edward Moncada, M.A.E.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria Alimentaria

---

Francisco Javier Bueso, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Sanlate, J. 2010. Efecto de temperatura de tostado de malta y del porcentaje de trigo en la elaboración de una cerveza tipo Weissbier Alemana. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 40 p.

En este estudio se evaluó el efecto combinado de dos temperaturas (110 y 85°C) de tostado de malta de trigo por 60 minutos con dos porcentajes de trigo (50 y 33%) en la formulación de una cerveza tipo weissbier. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. El mosto lupulado tuvo un período de fermentación de 6 días a 18-25°C y un tiempo de maduración de 3 días a 4-7°C. Se evaluaron atributos sensoriales (apariencia, aroma, color, sabor, sabor residual, amargor, frescura, cuerpo, y aceptación general) con un panel no entrenado de 12 personas usando una escala hedónica de 5 puntos. Se evaluaron las características físico-químicas de la cerveza (gravedad específica, grados Brix, viscosidad, pH, color, porcentaje de alcohol (%/Vol) y absorbancia) por triplicado. Los panelistas encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en apariencia, color, sabor y aceptación general. Las cervezas weissbier con un tostado de malta a 110°C fueron estadísticamente diferentes de los tratamientos con tostado de malta a 85°C. La cerveza elaborada con 50% de trigo y con malta tostada a 110°C fue la preferida por los panelistas. La aceptación fue influenciada por el color, sabor y la baja acidez. El tratamiento con tostado de malta de 110°C y 33% de trigo cumplió con los parámetro de color establecido por el Standard Reference Method (SRM) de los Estados Unidos y al estándar mundial Lovinbond=SRM. El tratamiento con tostado de malta de 110°C y 50% de trigo es el que más se asemeja a los parámetros establecido por la Ley de Pureza Alemana de acuerdo a sabor, apariencia y absorbancia lo cual coinciden con la percepción de aceptación que hicieron los panelistas. Las temperaturas de tostado de malta y los porcentajes de trigo influyeron sobre la absorbancia encontrando diferencias estadísticas en los cuatro tratamientos. Las diferencias fueron por la temperatura de tostado de malta que es directamente proporcionar al color de la cerveza, es decir a mayor temperatura de tostado más oscura será la cerveza.

**Palabras clave:** ley de pureza alemana, lovinbond, mosto lupulado, SRM.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>6 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>7 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>24</b>
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Parámetros físicos, químicos y sensoriales de la weissbier.....	5
2. Diseño experimental.....	8
3. Formulaciones para tanda de cinco litros de cerveza weissbier.....	9
4. Análisis de gravedad específica.....	13
5. Análisis de grados Brix.....	14
6. Análisis de absorbancia.....	14
7. Análisis de la viscosidad.....	14
8. Análisis del pH.....	15
9. Análisis del grado de alcohol.....	15
10. Análisis del color L*, a*, b*.....	16
11. Análisis sensorial para el atributo apariencia.....	16
12. Análisis sensorial para el atributo aroma.....	17
13. Análisis sensorial para el atributo color.....	17
14. Análisis sensorial para el atributo sabor.....	17
15. Análisis sensorial para el atributo sabor residual.....	18
16. Análisis sensorial para el atributo amargor.....	18
17. Análisis sensorial para el atributo frescura.....	19
18. Análisis sensorial para el atributo cuerpo.....	19
19. Análisis sensorial de aceptación general.....	20
20. Correlación de Pearson entre las variables analizadas en la cerveza.....	20
21. Costos variables de cerveza de trigo tipo weissbier alemana.....	21
Figura	Página
1. Flujo de proceso de cerveza de trigo tipo weissbier Alemana.....	10
Anexo	Página
1. Manual de proceso para la elaborar cinco litros de cerveza de trigo tipo weissbier alemana.....	26
2. Principales variedades de lúpulo aromáticos.....	36
3. Principales variedades de lúpulo de amargor.....	37
4. Hoja de evaluación sensorial de cerveza.....	38
5. Conversión de la absorbancia en a valores EBC, SRM y Grados Lovinbond.....	39
6. Color en unidades de color internacional de cerveza.....	39
7. Tiempo y temperaturas para la obtención de maltas especiales.....	39
8. Coeficiente de variación de todos los atributos sensorial.....	40

# 1. INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida cuyo proceso está muy ligado a la mayoría de las culturas durante muchos años, en nuestros países ha surgido un crecimiento en la producción y consumo de esta bebida, con un interés de conocer y acercarse más a sus diversidades y matices. El proceso de elaboración de cerveza consta de cinco etapas claramente definidas, que son maceración, cocción, fermentación, pasteurización y maduración las cuales van a depender del tipo y estilo de cerveza que se quiera obtener y de acuerdo a la clase de cerveza la cantidad y el tipo de materias primas va a variar. Son los parámetro por lo cual existe una gran variedad de cerveza hoy en el mundo.

Dentro de las industrias biotecnológicas la producción de cerveza ocupa el primer lugar dentro de las bebidas fermentadas más consumida por volumen de producción y por consiguiente es la de mayor importancia económica a nivel mundial, según García et, al. (2002). En Latinoamérica la industria cervecera es una de las actividades económicas que ha experimentado uno de los cambios estructurales y de organización interna más importantes del sector manufacturero, ha mantenido un constante crecimiento durante los años que le ha permitido establecerse en el mercado manteniendo un altos nivel de capitalización (Revista Summa 2010).

De acuerdo a la importancia económica que presenta la industria cerveceras para los países de esta región, el aumento en el consumo de cervezas extranjeras y a partir del diseño de una línea de procesos para la elaboración de cerveza (Valderrama 2002), y los procesos para la elaboración de cerveza tipo bock (Hernández 2009) y con el propósito de seguir ampliando y fortaleciendo la carrera de Agroindustria Alimentaria en Zamorano para que el consumidor de la región pueda percibir mejor las característica organoléptica de sabor, color y apariencia y esta pueda aumentar su aceptación en el mercado latino se pretende diseñar un prototipo de cerveza de trigo tipo weissbier alemana.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto de tiempo y temperatura de tostado de malta de trigo sobre las características físico-químicas y sensoriales de la cerveza de trigo tipo weissbier alemana y el porcentaje de trigo.

### **1.1.2 Específicos**

- Definir y evaluar qué tostado y porcentaje de malta de trigo influye sobre los atributos sensoriales para la aceptación de cerveza de trigo tipo weissbier Alemana.
- Evaluar el efecto de tostado de malta sobre las características físico-químicas, gravedad específica, grados Brix, absorbancia, viscosidad, pH, color y grado de alcohol de la cerveza de trigo tipo weissbier Alemana.
- Desarrollar un manual con las formulaciones y flujo de proceso operacional para elaborar cervezas de trigo tipo weissbier alemana en el aprender haciendo de Zamorano.



## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CONCEPTOS BÁSICOS**

#### **2.1.1 Cerveza de trigo tipo Weissbier Alemana**

Weissbier significa "cerveza blanca" en alemán. El nombre deriva de un tinte amarillento-blanco que es impartido por la malta de trigo pálido de la cual la infusión es hecha. En Norteamérica, la cerveza es más comúnmente llamada Hefeweizen (literalmente "levadura de trigo"), porque es sin filtrar, es decir, la levadura se mantiene en suspensión y causa que la cerveza parezca ligeramente turbida. Weissbier filtrado y claro, casualmente, es llamado Kristallweizen "trigo de cristal" (German Beer Institute 2006).

Es una cerveza elaborada con levadura de alta fermentación o de superficie (*Saccharomyces cerevisiae*) siendo esta una diferencia marcada sobre la lager pilsener que son elaborada con levadura de baja fermentación o de fondo (*Saccharomyces carlsbergensis*) su contenido de alcohol oscila entre 5° y 5.5°. Su mayor consumo es en el sur de Alemania pero a través de los años su consumo en el norte ha ido aumentando. Las cervezas de trigo son consideradas una de las más antiguas del mundo, se dice que su elaboración comenzó hace más de 500 años. Según el club de las Grandes Cervezas del Mundo (2008).

Según Beertec (2010), es una cerveza ligera es decir poco amargor, afrutada, refrescante y normalmente pálida y un poco acida los maestros cerveceros la identifican por su característica especiales, como su cabeza de espuma, es densa, cremosa y duradera. Existe una variedad de trigo oscura que se conoce como dunkel weizen, también están las Weizenbock más fuerte y la ofrecen en época de invierno.

#### **2.1.2 Mercado de cerveza en América latina**

Según la Revista Summa (2010), en el período 2006 a 2010, la producción mensual de cervezas en panamá aumentó 4.4 millones de litros por mes, lo que equivale a aproximadamente 53 millones de litros por año. De acuerdo a datos de la Cámara Argentina de la Industria Cervecera, el mercado argentino la cerveza implica unos 12 millones de hectolitros anuales.

Esto significa un consumo per cápita de alrededor de 36 litros al año, de igual manera el sector cervecero se ubica en el tercer puesto del ranking de alimentos y bebidas de mayor facturación en los canales minoristas, luego de las gaseosas y galletitas. Las cervezas ocupan aproximadamente el 11% del total de las ventas de bebidas (Trubba 2010).

### **2.1.3 Mercado mundial de cervezas**

A nivel mundial de acuerdo a un estudio de la World Drink Trends, (2005) los países con mayor consumo de cerveza son la República Checa (160 litros/año por habitante, aproximadamente), Irlanda (155 litros/año por habitante), Alemania (127 litros), Inglaterra (100 litros) y Bélgica (98 litros).

### **2.1.4 Descripción del proceso de elaboración de las weissbier**

El proceso comienza con la molienda del grano de trigo malteado tratando de obtener la menor cantidad de harina y sin romper mucho la cáscara ya que ésta se utiliza como filtro. Luego pasa al proceso de maceración durante esta fase se mezcla la malta molida con agua en la cuba de maceración, con el objetivo de liberar las enzimas que se han producido durante el procedimiento del malteado. El agua y la malta molida se juntan a 30-40° C por 30 minutos, luego a 45-50° C por 50 minutos y por último de 60 a 75° C, por 10 minutos y se filtra el mosto pasándolo a la cuba de cocción donde se tardará entre 60 y 90 minutos. Según, Inducerv S.A. (2009), se adiciona el lúpulo de variedad cascade en distintos momentos (80, 15 y 5%). El mosto lupulado se filtra y se enfría para agregar las levaduras necesarias que debe ser de trigo no puede ser otra para provocar la fermentación que transformará los azúcares del mosto en alcohol y CO<sub>2</sub>. La weissbier se fermentan con levadura de alta fermentación o de superficie por un período de 4 a 6 días a 15-25°C y se madura por 3 días a 0-4°C, estas dos fases son la que determinan y marca la diferencia entre una weissbier y una lager pilsener ya que la lager son fermentada con levadura de fermentación baja o de fondo y el proceso de maduración es más prolongado.

### **2.1.5 Legislación alemana y estándar de identidad para cerveza weissbier**

Reinheitsgebot o la ley de pureza Alemana establecen que está prohibido el uso de materiales de mala calidad en el proceso de producción de la bebida reina (cerveza). Debido a la importancia que tiene para los alemanes, se garantizó que ésta tendría un precio asequible. La composición para una cerveza weissbier tiene que tener entre 40 y 70% de trigo y tanto el trigo como la cebada debe ser malteado según el club de las grandes cervezas del mundo de Madrid (2008).

### 2.1.6 Parámetros físicos, químicos y sensoriales de la cerveza weissbier

En Alemania para que la cerveza weissbier pueda ser comercializada en los mercados internos y externo, cada maestro cervecero debe de mantener ciertos parámetros físico-químicos y sensoriales que a la vez sirven como parte de control de calidad establecido por la ley de pureza alemana (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros físicos, químicos y sensoriales de la weissbier

Color SRM/Lovinbon	8
Color EBC	12
Gravedad Específica	1012-1020
Alcohol	5-5.5%
Acidez	4.5-4.8
Amargor	16 IBU
Aroma	Afrutada
Color y Apariencia	Ligeramente turbida y pálida
Sabor	Un poco acida
Frescura	Refrescante
Cuerpo y espuma	Densa y cremosa

Fuente: CIBART 2010.

SRM= Standard Reference Method

EBC= Europea Brewing Convention

IBU= International Bitterness Units.

### 2.1.7 Degustación de cervezas de trigo alemana

Para comparar los méritos relativos de algunas cervezas Weissbiers se organizó un panel sensorial a ciegas donde se evaluaron nueve cervezas sin saber cuál era cuál con Bob Thompson, un gran fan de Weissbier. Las tres mejores fueron Weihenstephaner Hefe Weissbier (Puntuación: 9, 9, 8.5), Schneider Weisse (puntuación: 8.5, 8.5, 8) y Maisels Weisse original, Hefeweizen Schöffelhofer y Hefeweizen Gutmann. Maisels (Puntuación: 6, 7, 7). Los resultados obtenidos de los atributos evaluados fueron similares desde el punto de vista organoléptico algunas de ella mencionada por el panelista fueron; sabor a clavo, sabor a plátanos, una profunda sensación en la boca, rico, suave y satisfactoria, con toques de caramelo y una nota de hierba luz. El final estaba seco y picante, pero no de forma pronunciada, espumosas, son muy ligeras y refrescantes, con notas de limón y pomelo (Jones 2004).

### **2.1.8 Características del trigo malteado**

El trigo también es malteado para la elaboración de las exquisitas cervezas de trigo weissbier, una cerveza más ligera y más acida. El color, sabor y el contenido de azúcares son las características que definen los estilos y variedad de la malta, atributos se logran tostando la malta a diferentes temperaturas la cual va a variar de acuerdo al tipo de cerveza que se quiere elaborar, el uso de temperatura en este proceso es directamente proporcional a mayor temperatura más oscura son las maltas y viceversa. Las variedades de maltas existentes son: Lager o Pilsen, Pale ale, Caramelo, Chocolate (Caffaratti 2010).

### **2.1.9 Combinación de tiempo y temperatura para el tostado de malta**

Según García et, al. (2002), el tostado se realiza mediante diferentes patrones de tiempo y temperaturas y va a depender del tipo o estilo de cervezas que el productor quiera elaborar, pero normalmente es un proceso de calentamiento gradual ascendente. Las temperaturas de tostado que maneja la industria son 55 y 70 °C para maltas Lager y entre 60 y 95 °C para maltas Ale, aunque algunas maltas oscuras el tostado es a temperaturas de 105 y 177 °C. En casos especiales el tostado se hace a temperatura de 233 °C que dan como resultado una malta negra o chocolate, esta malta tienen una menor actividad enzimática y el contenido de humedad final es de 3-6%. Los productores de malta proporcionan todas las variedades de cereales malteados a las industrias cerveceras, ellos manejan diferentes parámetros de producción controlando tiempo y temperaturas de procesos (anexo 7).

### **2.1.10 Medición del color de la cerveza**

El sistema de color SRM es aproximadamente igual a la escala de Lovibond en la mayoría de los casos. El otro método común, llamado el European Brewing Convention (EBC) es medido en la misma longitud de onda pero en una cubeta más pequeña de 1 cm. En la práctica el sistema EBC es aproximadamente 1,97 veces el SRM (Daniels 1996).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 UBICACIÓN**

El proyecto se llevó a cabo en la Universidad Zamorano, que está ubicado a 30 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras, en el departamento de Francisco Morazán a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar, el mismo se realizó en las siguientes secciones:

- a) Planta agroindustrial de investigación y desarrollo (PAID) dónde se llevó a cabo la elaboración de la cerveza.
- b) Laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ) donde se realizaron los análisis físico-químicos de la cerveza.
- c) Laboratorio de análisis sensorial del Zamorano, donde se realizaron las pruebas sensoriales de la cerveza.
- d) Centro de cómputo académico (CCA), en donde se llevó a cabo el análisis estadístico en el SAS® (“statistical Analysis System”), versión 9.1.

### **3.2 EQUIPOS UTENSILIOS Y SUMINISTROS**

#### **3.2.1 Desarrollo del producto**

Se utilizó los siguientes equipos pertenecientes a la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) y el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ):

#### **3.2.2 Equipos**

- Cuba de Maceración y cocción
- Molino Pequeño
- Hidrómetros Fisherbran®
- Potenciómetro HM DIGITAL PH-200.
- Balde plásticos de 20 L
- Balanza(Acculab®1g-1000g)
- Balanza (Fs-15K 0-15Kg)
- Refractómetro Pal-3 Pocket, (0-93%) °Brix
- Embudo pequeño plástico
- Termómetro de contacto
- Alcoholímetro Fragile Glass 0-100% ( %/Vol.)
- Refrigerador a 7 y 10 °C
- Botellas de vidrio de 3 galones
- Airlocks
- Colorflex™ HunterLab, Diffuse model.
- Viscosímetro Brookfield RVDVII Versión 5.1
- Espectrofotómetro spectronic 20® CEA59RX

### 3.2.3 Materiales

- German Wheat Light Malt GRN0901
- German Wheat Dark Mal GRN0901D
- Cascade Hop Pellets HOP002A
- Dry Ale Yeast Safbrew - 06 Wheat Yeast

### 3.2.4 Software

- Microsoft Word ® (Office 2007)
- Microsoft Excel ® (Office 2007)
- SAS® (“statistical Analysis System”), versión 9.1

## 3.3 METODOLOGÍA

### 3.3.1 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial (2x2) con dos temperaturas de tostado y dos porcentajes de trigo, haciendo un total de cuatro tratamientos. De cada uno se hicieron tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales, usando un Diseño Completo al Azar (DCA) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño experimental

Tiempo (min) y Temperatura (°C) de Tostado de malta de trigo	Tratamientos	
		50% malta de trigo y 50% malta pilsener
110°C x 60 minutos	TRT 1	TRT 2
85°C x 60 minutos	TRT 3	TRT 4

### 3.3.2 Elaboración de la cerveza de trigo tipo weissbier Alemana

Con base a las formulaciones investigadas en la literatura para cerveza weissbier y los objetivos del proyecto se elaboraron cuatro formulaciones, se cotizaron los insumos necesarios y se ordenó su pedido (Cuadro 3).

Cuadro 3. Formulaciones para tanda de cinco litros de cerveza weissbier.

Ingredientes	Cantidad			
	50% 110°Cx60	33% 110°Cx60	50% 85°Cx60	33% 85°Cx60
Agua	5 Litros	5 Litros	5 Litros	5 Litros
Malta pilsener	0.3125 kg.	0.417 kg.	0.3125 kg.	0.417 kg.
Malta de trigo	0.3125 kg.	0.208 kg.	0.3125 kg.	0.208 kg.
Lúpulo Cascade (5-7% ác. Alfa)	4 gr.	4 gr.	4 gr.	4 gr.
Levaduras de trigo Safbrew WB-06	1.33 gr.	1.33 gr.	1.33 gr.	1.33 gr.

### 3.3.3 Safbrew WB-06

Descripciones: Es una levadura de trigo de fermentación alta (18-25 °C) deshidratada y destinada para cerveza Ale especialmente para la cerveza de trigo tipo weissbier Alemana, safbrew WB-06 produce notas fenólicas y esteres típico de las cervezas de trigo de estilo alemana. Esta levadura emite sabor y olor a clavo de olor muy reconocible y a banano un sabor familiar para los verdaderos amantes de la weissbier o weizenbier. Otras de las características adicionales su floculación es baja y de gravedad específica alta.

Dosis recomendada: 11.5 g/20 a 30 litros y temperatura de fermentación de 15-24 °C, pero temperatura ideal sería a 18 °C.

### 3.3.4 Lúpulo Cascade (5-7% ác. Alfa)

Descripciones: Brindar amargor, aroma, terminación, leve carácter cítrico, fragancia característica a flores, y especias. Este aroma medio balancea muy bien el amargor. Muy popular entre los fabricantes de cerveza artesanal debido a su doble propósito, ya que sirve para conferir amargor y aroma a la cerveza.

### 3.3.5 Proceso de elaboración obtenido de cerveza de trigo tipo weissbier alemana

El flujo de proceso recomendado para la preparación de cerveza de trigo tipo weissbier alemana se indica en la Figura 1, el mismo que fue implementado para la elaboración de los cuatro tratamientos evaluados.

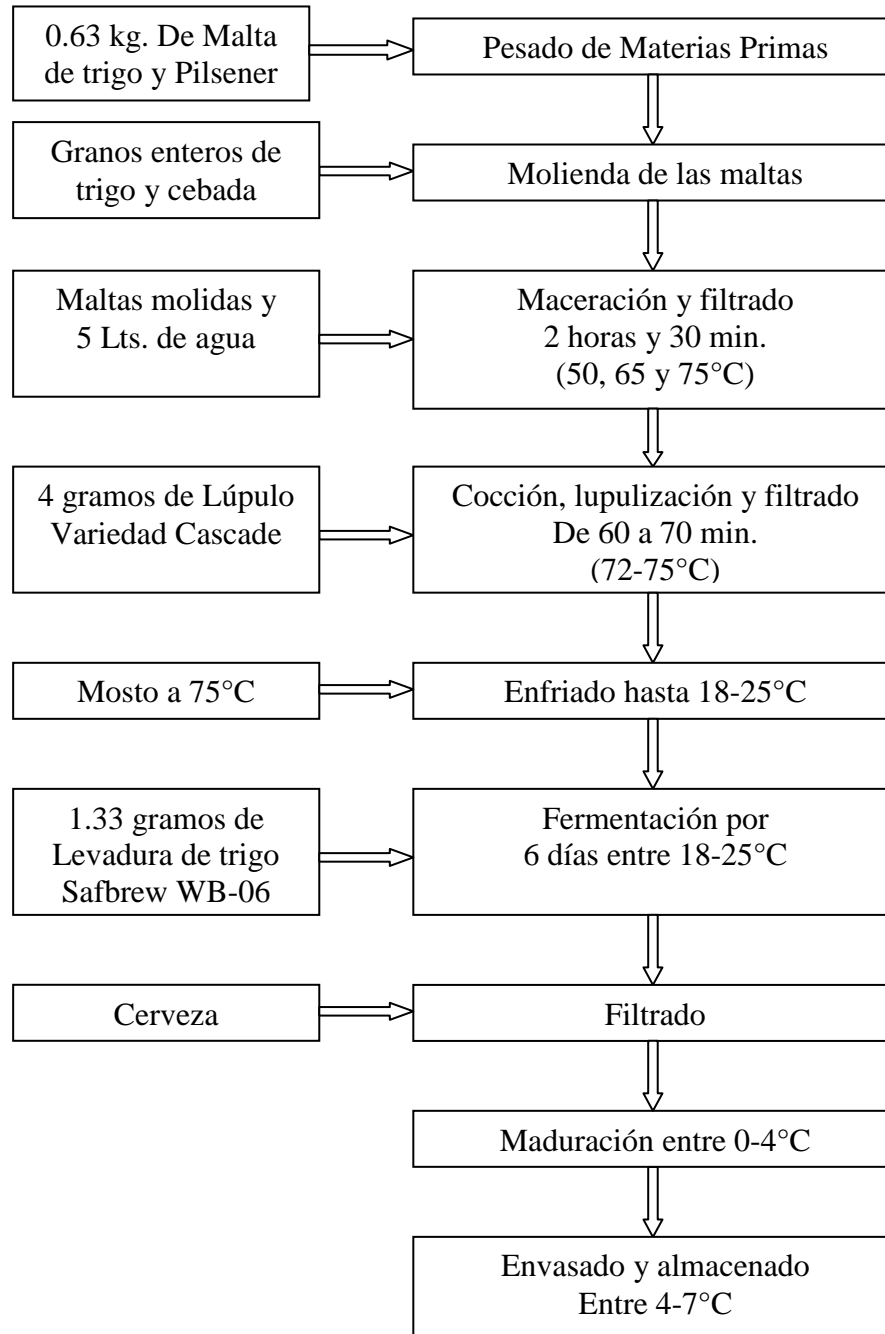


Figura 1. Flujo de proceso para cinco litros de cerveza de trigo tipo weissbier Alemana.



### **3.4 ANÁLISIS FÍSICOS**

#### **3.4.1 Gravedad específica**

La gravedad específica se midió tres veces cada unidad experimental utilizando un hidrómetro, que nos permitió determinar cuál fue la densidad final de cada uno de los tratamientos y para la sustentación de los conceptos anteriores.

#### **3.4.2 Absorbancia**

La absorbancia se midió con un espectrofotómetro spectronic 20® tres veces cada unidad experimental con una longitud de onda de 430 nanómetros. El anterior análisis se realizó con el objetivo de poder convertir las unidades a los colores utilizados en cerveza grados Lovinbond, European Brewing Convention (EBC) y Estándar Standard Reference Method (SRM).  $EBC = Abs. \times 25$ ,  $SRM = EBC / 1.97$  y  $Lovinbond = SRM$ . (Anexo 5 y 6).

#### **3.4.3 Viscosidad**

Se midió la viscosidad tres veces cada unidad experimental con un Viscosímetro de Brookfield® RVDV-1JT, Todos los viscosímetros de Brookfield usan el conocido principio de la viscosimetría rotacional; Se usó el spindle número 1 ya que el diámetro del spindle es inversamente proporcional a la viscosidad del fluido 1 para fluido de viscosidad baja y 5 para fluido de viscosidad alta.

#### **3.4.4 Color**

El color se midió tres veces cada unidad experimental con el Colorflex HunterLab®, analizando y evaluando los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ; donde el valor de  $L$  indica la claridad en una escala de 0-100 siendo cero (0) negro y cien (100) blanco; El valor de  $a^*$  mide el espectro visible del verde al rojo, siendo  $a$  (-) verde y  $a$  (+) rojo; El valor de  $b^*$  es de un valor de azul al amarillo, siendo  $b$  (-) azul y  $b$  (+) amarillo, tanto  $a^*$  como  $b^*$  utilizan una escala de -60 a 60.

### **3.5 ANÁLISIS QUÍMICOS**

#### **3.5.1 Grado de alcohol, grados °Brix, pH.**

Se utilizó un alcoholímetro para medir el porcentaje de alcohol por volumen, un refractómetro portátil con escala de (0-85) para medir los grados °Brix y un potenciómetro digital portátil para determinar el pH. Se realizaron tres medidas de cada unidad experimental.

### **3.6 ANÁLISIS SENSORIAL**

Se realizó un panel sensorial con panelistas no entrenados, compuesto por 12 personas y una prueba de aceptación con tres repeticiones para los diferentes tratamientos, donde se evaluaron los atributos y características sensoriales de apariencia, aroma, color, sabor, sabor residual, amargor, frescura, cuerpo y aceptación general. Se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, donde 1 significó “extremadamente desagradable” y 5 significó “extremadamente agradable”.

### **3.7 MANUAL DE PROCESO Y ELABORACIÓN DE CERVEZA DE TRIGO TIPO WEISSBIER ALEMANA**

Con la finalidad de fortalecer y mejorar el programa académico y el aprender haciendo de la carrera de agroindustria alimentaria y se diseñó un manual de proceso y elaboración de cerveza de trigo tipo weissbier Alemana, el mismo fue validado por el personal técnico de la carrera de agroindustria (Anexo 1).

### **3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En el análisis estadístico se utilizó “Statistical Analysis System” SAS® versión 9.1, para realizar una separación de medias Tukey utilizando PROC GLM con un diferencial de ( $P \leq 0.05$ ) para determinar una diferencia significativa.

### **3.9 ANÁLISIS DE COSTOS**

Se realizó un análisis de costos variables al mejor tratamiento según los resultados obtenidos del análisis físico-químico y sensorial, se evaluaron los precios por unidad de materias primas utilizada en la elaboración de la cerveza para poder saber los costos de producción por unidad de producto terminado.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS

#### 4.1.1 Gravedad específica

No hubo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) en la gravedad específica entre los tratamientos con tostado de malta de trigo a  $110^{\circ}\text{C}$  y  $85^{\circ}\text{C}$ . Esta característica tiene una estrecha relación con el grado de alcohol que tuvieron cada uno de los tratamientos, ya que la densidad del alcohol es menor al agua, y cabe destacar que todos los tratamientos están dentro del rango específico (1.010-1.016) para la cerveza weissbier alemana, según la ley de pureza alemana (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de gravedad específica.

Tostado de malta	% de trigo	Gravedad Específica $\pm$ D.E*
$110^{\circ}\text{C}$ x 60 minutos	50%	$1.012 \pm 0.001^a$
$85^{\circ}\text{C}$ x 60 minutos	33%	$1.012 \pm 0.001^a$
$85^{\circ}\text{C}$ x 60 minutos	50%	$1.011 \pm 0.001^a$
$110^{\circ}\text{C}$ x 60 minutos	33%	$1.010 \pm 0.001^a$

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.2 Grados Brix

Los grados Brix luego de la maceración y la cocción del mosto predice la cantidad de alcohol que tendrá nuestra cerveza, no se encontraron diferencias estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) en los grados Brix entre los tratamientos, según Hernandez, (2009) a mas tiempo de maceración la cantidad de azúcar disponible en el mosto será mayor. En nuestro estudio el tiempo de maceración fue igual en todos los tratamientos y cabe destacar que todos los tratamientos están dentro del rango específico (4-6%) para la cerveza weissbier alemana, según la ley de pureza alemana (cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de grados Brix.

Tostado de malta	% de trigo	Grados Brix (%)±D.E*
85°C x 60 minutos	33%	5.27±0.21 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	5.13±0.12 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	5.13±0.17 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	4.43±0.06 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.3 Absorbancia

Se encontró diferencia estadística significativa en la absorbancia entre los tratamientos, se tomó la decisión de medir absorbancia para poder convertir y expresar el color de la cerveza en unidades aceptadas mundialmente (European Brewing Convention (EBC), Standard Reference Method (SRM) y Lovinbond). La cerveza weissbier alemana tiene que tener un valor de acuerdo al SRM igual a 8 y de los valores de absorbancia convertido a unidades de color mundiales de cervezas (anexos 5 y 6), el tratamiento con 33% de trigo malteado a temperatura de 110°C fue el único que cumplió con las características de color establecido, según la Ley de Pureza Alemana (cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de absorbancia.

Tostado de malta	% de trigo	Absorbancia (%)±D.E*
110°C x 60 minutos	50%	0.82±0.01 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	0.67±0.06 <sup>b</sup>
85°C x 60 minutos	50%	0.51±0.01 <sup>c</sup>
85°C x 60 minutos	33%	0.49±0.01 <sup>d</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.4 Viscosidad

La viscosidad y la consistencia en la cerveza son parámetros que indican la textura y cuerpo de una cerveza, según CIBART (2010), estadísticamente los panelistas no encontraron diferencias significativa (P<0.05) en ninguno de las cervezas (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de la viscosidad.

Tostado de malta	% de trigo	Viscosidad (cP)±D.E*
110°C x 60 minutos	33%	23.33±0.06 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	23.00±0.06 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	22.33±0.05 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	22.00±0.06 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.5 pH

Las cervezas de trigo tipo weissbier alemana por lo general presentan un liego sabor de acidez afrutada, según Jones (2004). No se encontraron diferencias significativas en ningunos de los tratamientos, sin embargo de acuerdo a los parámetros establecidos por Ley de Pureza Alemana para una cerveza weissbier todos los tratamientos estuvieron dentro del rango (4.5-4.8) de pH aceptado (cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis del pH.

Tostado de malta	% de trigo	pH±D.E
110°C x 60 minutos	50%	4.77±0.10 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	4.73±0.01 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	4.63±0.01 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	4.50±0.06 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.6 Alcohol

No existió diferencia significativa (P<0.05) entre los tratamientos y al no encontrar ninguna diferencias estadísticas indica que las temperaturas de tostado de malta y los porcentajes de trigo utilizado no afectaron en la producción de alcohol, sin embargo hay que destacar que el rango de alcohol obtenido (4.43-5.03%) fue inferior en todos los tratamientos y no cumplió con los parámetros establecidos (5-5.5%) por Ley de Pureza Alemana para una cerveza weissbier (cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis del grado de alcohol.

Tostado de malta	% de trigo	Acohol±D.E
110°C x 60 minutos	50%	5.03±0.25 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	4.90±0.06 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	4.67±0.01 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	4.43±0.12 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.1.7 Color

El tratamiento uno (50% de malta de trigo con tostado de malta a 110°C) fue el más oscuro (valor L\* de 29.4±0.05) y no tuvo diferencia estadística del tratamiento tres (33% de malta de trigo con tostado de malta a 110 °C) pero si fue diferente estadísticamente con el resto de tratamientos (P<0.05). Estas diferencias indican que a más temperatura de tostado de la malta más oscuro será el color obtenido en la cerveza (cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis del color L\*, a\*, b\*.

Tostado de malta	% de trigo	L*±D.E	a*±D.E	b*±D.E
85°C x 60 minutos	33%	67.2±0.14 <sup>a</sup>	0.36±0.02 <sup>b</sup>	25.4±0.08 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	64.5±0.39 <sup>a</sup>	0.72±0.05 <sup>b</sup>	25.9±0.04 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	30.2±0.13 <sup>b</sup>	19.7±0.06 <sup>a</sup>	39.8±0.32 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	29.4±0.05 <sup>b</sup>	17.7±0.13 <sup>a</sup>	35.8±0.36 <sup>a</sup>

\* Medias en la misma columna seguidas con diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

L\*escala de 0-100 siendo cero (0) negro y cien (100) blanco.

a\* mide el espectro visible del verde al rojo, siendo a (-) verde y a (+) rojo.

b\* es de un valor de azul al amarillo, siendo b (-) azul y b (+) amarillo, tanto a\* como b\* utilizan una escala de -60 a 60.

## 4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

### 4.2.1 Apariencia

Las cervezas con 50% de trigo y tostado a 110°C fueron mejor evaluados por los panelistas comparado a los tratamientos con tostado de malta a 85°C. La apariencia en la cerveza weissbier es normalmente pálida o ligeramente oscura. Esto va a depender del tipo de ingredientes utilizados o de la temperatura de malteado, según Beertec (2010) (cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis sensorial para el atributo apariencia.

Tostado de malta	% de trigo	Apariencia±D.E*
110°C x 60 minutos	50%	3.78±0.65 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.72±0.67 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.19±0.51 <sup>b</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.14±0.49 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

### 4.2.2 Aroma

El atributo aroma en la cerveza weissbier y en otros tipos de cervezas lo confiere la adición de lúpulos en la parte final del proceso de cocción del mosto, según Inducerv S.A. (2009), en nuestro proceso se le añadió 0.2 gramos equivalente al 5% del total adicionado en el proceso de cocción en cada uno de los tratamientos, sin embargo estadísticamente los panelistas no encontraron diferencia significativa (P<0.05) en aroma (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis sensorial para el atributo aroma.

Tostado de malta	% de trigo	Aroma±D.E*
85°C x 60 minutos	50%	3.31±0.51 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.31±0.45 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	3.22±0.60 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.02±0.58 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

### 4.2.3 Color

Los panelistas encontraron diferencia significativa en el atributo color (P<0.05) calificando los tratamientos uno y dos con tostado de malta a 110°C como los mejores a diferencias de los tratamientos con tostado de malta de 85°C. El tostado de malta a temperatura de 110°C aportó un color más oscuro a la cerveza, el color esta dado por el tiempo y temperatura de malteado, según García et, al. (2002) (cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis sensorial para el atributo color.

Tostado de malta	% de trigo	Color±D.E*
110°C x 60 minutos	33%	3.89±0.79 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	3.67±0.65 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.22±0.74 <sup>b</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.06±0.45 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

### 4.2.4 Sabor

Los panelista estadísticamente no encontraron diferencias significativa (P<0.05) en el sabor, hay que destacar que la cerveza de trigo tipo weissbier según, Beertec, (2010) tiene un sabor afrutado con niveles de acidez y amargor más alto que las cervezas tipo lager acostumbrada a tomar por los panelistas utilizado en las pruebas sensoriales, (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis sensorial para el atributo sabor.

Tostado de malta	% de trigo	Sabor±D.E*
110°C x 60 minutos	50%	3.69±0.62 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.67±0.65 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.28±0.52 <sup>b</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.25±0.49 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.2.5 Sabor residual

El lúpulo es el principal ingrediente en aportar ese sabor tan característico que nos queda en el paladar después de consumir cerveza, según Inducerv S.A. (2009). En nuestro estudio se utilizó la misma cantidad de lúpulo 4 gramos en los cuatro tratamientos evaluados por lo que estadísticamente los panelistas no encontraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el sabor residual (cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis sensorial para el atributo sabor residual.

Tostado de malta	% de trigo	Sabor residual $\pm$ D.E*
110°C x 60 minutos	50%	3.28 $\pm$ 0.67 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.17 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.14 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.00 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.2.6 Amargor

Según los resultado estadísticos los panelistas no encontraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el amargor en ningunos de los cuatro tratamientos, el amargo al igual que el sabor y la aroma, según Inducerv S.A. (2009), es proporcionado por el lúpulo, en nuestro estudio la variedad de lúpulo utilizado era más aromatizante por lo que el grado de amargor proporcionado fue bien bajo (cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis sensorial para el atributo amargor.

Tostado de malta	% de trigo	Amargor $\pm$ D.E*
110°C x 60 minutos	50%	3.17 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.03 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.03 $\pm$ 0.65 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.00 $\pm$ 0.62 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.2.7 Frescura

La temperatura en la que es servida la cerveza determina la frescura, pero al igual que otros atributos como la apariencia y el sabor la frescura también es dada por la cantidad de CO<sub>2</sub> que tenga la cerveza, en este estudio las pruebas realizadas sólo contaban con el CO<sub>2</sub> producido por las levaduras durante el proceso de fermentación el cual fue un porcentaje bajo, por lo que estadísticamente los panelistas no encontraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el atributo frescura (cuadro 17).



Cuadro 17. Análisis sensorial para el atributo frescura.

Tostado de malta (min-°C)	% de trigo	Frescura±D.E*
85°C x 60 minutos	50%	3.28±0.51 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.17±0.39 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.14±0.39 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	3.06±0.39 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.2.8 Cuerpo

Los panelistas estadísticamente no encontraron diferencia significativa (P<0.05) en el cuerpo en ningunos de los cuatro tratamientos evaluados, según CIBART (2010), en cerveza cuando nos referimos a cuerpo va relacionado con viscosidad, el hecho del que el trigo no sea malteado le proporciona mas cuerpo a la cerveza (cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis sensorial para el atributo cuerpo.

Tostado de malta	% de trigo	Cuerpo±D.E*
85°C x 60 minutos	50%	3.39±0.52 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.31±0.45 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	50%	3.31±0.49 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.25±0.45 <sup>a</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

#### 4.2.9 Aceptación general

Los panelistas encontraron diferencia significativa (P<0.05), los tratamiento con tostado de malta a 110° fueron los que obtuvieron las calificaciones más altas, comparado a las calificaciones hechas a los tratamientos con tostado de malta a 85°C. Los tratamientos tres y cuatro con tostado de malta a 85°C presentaron cambios significativos de color de acuerdo al Standard Reference Method (SRM) ó Lovinbond convertido con los valores de absorbancia y siendo estas característica las más sobresaliente en la cerveza y tomando en cuenta que los panelistas no eran entrenados, ellos tendieron a detectar cambios sensoriales también en los otros atributos de apariencia, sabor, color e incluso en la aceptación general prefiriendo mas los tratamiento con tostado de malta a 110°C calificándolos como me gusta moderadamente según la escala hedónica utilizada (cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis sensorial de aceptación general.

Tostado de malta	% de trigo	Aceptación±D.E*
110°C x 60 minutos	50%	4.08±0.62 <sup>a</sup>
110°C x 60 minutos	33%	3.83±0.67 <sup>a</sup>
85°C x 60 minutos	33%	3.25±0.65 <sup>b</sup>
85°C x 60 minutos	50%	3.11±0.58 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0.05).

\*D.E= Desviación Estándar.

Según el análisis sensorial los panelistas encontraron diferencia significativa (P<0.05) en el color entre los tratamientos con tostado a 110°C y 85°C por lo que coinciden con los resultados del análisis físico en el color y está demostrado que la temperatura de tostado de malta para la producción de cerveza influye directamente en el color.

### 4.3 CORRELACIÓN

El Cuadro 20 muestra la correlación que se obtuvo entre los análisis físico-químicos y la evaluación sensorial realizada por los panelistas. Existió una correlación positiva alta entre los valores de pH y aceptación general de los panelistas, esto significa que a mayor pH hubo mayor aceptación por los panelistas. Los panelistas prefirieron los tratamientos con una acidez menor.

Se encontró una correlación positiva alta entre la absorbancia y el atributo sensorial color, es decir los panelistas prefirieron los tratamientos con mayor porcentaje de absorbancia. Existió una correlación negativa media entre viscosidad y el atributo sensorial cuerpo, es decir los panelistas mostraron menos aceptación por los tratamientos con una viscosidad mayor.

Existió una correlación positiva media entre el valor de color L\* y el atributo sensorial apariencia, esto significa que a mayor el valor de color L\* en el color de la cerveza, hubo mayor aceptación por los panelistas. Por otro lado el valor de color b\* y el atributo sensorial apariencia tuvieron una correlación negativa media, es decir los panelistas mostraron menor aceptación por los tratamientos con mayor tonalidad del color b\*. El color ligeramente oscuro de las cervezas más la baja acidez (pH) fue de las principales características físico-químicas que el panel sensorial tomó en cuenta para aceptar una cerveza sobre las demás.

Cuadro 20. Correlación de Pearson entre las variables analizadas en la cerveza.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad >  r
Acidez (pH) – aceptación general	83.23	0.0673
Absorbancia-Color sensorial	77.63	0.0223
Viscosidad – cuerpo de la cerveza	-63.65	0.0363
Color (valor L*) – apariencia sensorial	66.57	0.0334
Color (valor b*) – apariencia sensorial	-59.39	0.4060

#### 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Se determinó los costos variables totales para la producción de un litro de cerveza weissbier alemana. El análisis de costos variables se realizó al mejor tratamiento (50% de trigo malteado a 110°C), según los resultados obtenidos del análisis físico-químico y sensorial (cuadro 21).

Cuadro 21. Costos variables de cerveza de trigo tipo weissbier alemana.

<b>Ingredientes</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo</b>
agua	L. 0.22	5	Lts.	L. 1.1
Malta Pilsener	L. 84.00	0.3125	kg	L. 26.25
Malta de Trigo	L. 82.00	0.3125	kg	L. 25.63
Lúpulo Cascade	L. 1029.00	0.00625	kg	L. 6.43
Levadura de trigo	L. 6182.00	0.00133	kg	L. 8.22
Costo total de elaboración para 5 Lts.				<b>L. 67.63</b>
Costo total de elaboración para 1 Lts.				<b>L. 13.53</b>

#### 4.5 MANUAL DE PROCESO Y ELABORACIÓN DE CERVEZA DE TRIGO TIPO WEISSBIER ALEMANA

Se diseñó un manual de proceso y elaboración de cerveza de trigo tipo weissbier alemana para tanda de cinco litros, este manual se validó por el personal técnico de la carrera de agroindustria Alimentaria con el objetivo de que los estudiantes en el aprender haciendo puedan aprender de manera teórica y práctica como se elabora este tipo de cerveza (Anexo 1).

## 5. CONCLUSIONES

- La cerveza con tostado a 110°C y 33% de acuerdo al parámetro de color cumplió con los parámetros establecido por la Ley de Pureza Alemana.
- Los panelistas aceptaron la cerveza con tostado de malta a 110°C como mejor por el color, sabor y baja acidez y estadísticamente fué diferentes de los tratamientos con tostado de malta a 85°C.
- Se determinó que el tiempo y temperatura de tostado de malta influye directamente en el color final de la cerveza.
- El porcentaje de trigo con tostado de 110 y 85°C influyo sobre la absorvancia, se encontraron diferencias estadística significativas en los cuatro tratamientos.
- Los tratamientos con tostado a 110°C, el porcentaje de trigo no influyo sobre el color, sabor ni apariencia, sin embargo si fueron diferente estadísticamente de los tratamiento con tostado a 85°C.
- Se diseñó un manual de proceso para la elaboración de cerveza de trigo tipo weissbier alemana validado durante todo el desarrollo del proyecto por estudiantes y el personal técnico de la carrera de agroindustria alimentaria.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Ampliar y mejorar la línea de proceso implementando un sistema de inyección de CO<sub>2</sub> para mejorar las características sensoriales de la cerveza.
- A partir de los prototipos existentes desarrollar y diseñar una marca propia de cerveza.
- Medir sensorialmente y objetivamente la turbidez dentro de apariencia en siguientes estudios.
- Realizar análisis sensorial con un panel entrenado.

## 7. LITERATURA CITADA

Beertec, 2010. Tecnología cervecera, Lima, Perú. (en línea), Consultado 25 Jul. 2010. Disponible en: <http://beertec.galeon.com/productos1436661.html>

Ben Jones, 2004. German Beer Styles: Weizenbier. GermanBeerGuide.co.uk 2001-2008. (en línea). Consultado 15 de Oct. de 2010. Disponible en: <http://www.plastic.dsl.pipex.com/germanbeer/hefeweiz.html>

CIBART, 2010. Centro Integral de Bebidas Artesanales. Córdoba, Argentina. (en línea), Consultado 15 ago. 2010. Disponible en: [http://www.todocerzeva.com.ar/informe\\_elaboracion.htm#2](http://www.todocerzeva.com.ar/informe_elaboracion.htm#2)

Club de las Grandes Cervezas del Mundo de Madrid, 2008. (en línea). Consultado 5 ago. 2010. Disponible en: <http://www.cervezasdelmundo.com/cervezasefab.php#tipos>

Daniel, 1996. Designing great beers. New York, USA. 383 p.

García et. al, 2002. Biotecnología alimentaria. México, D. F, Limusa, S.A. 629 p.

German Beer Institute, 2006. The German Beer Portal for North America. (en línea). Consultado 20 de Oct. De 2010. Disponible en: <http://www.germanbeerinstitute.com/weissbier.html>

Hernández F. 2009. Efecto de la temperatura y el tiempo de maceración en la elaboración de un prototipo de cerveza tipo Bock. Proyecto especial de graduación. Escuela Agrícola panamericana, Zamorano. 40 p.

Inducerv S. A. 2009. Espíritud Cervezero. Bogotá, Colombia. (en línea). Consultado 5 Sept. 2010. Disponible en: <http://www.santomas.com.co/ExperienciaCervecera/LaCerveza/Ingredientes/L%C3%BApulo/tabid/109/Default.aspx>

Trubba, 2010. Cervezas Análisis de Cadena Alimentaria. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Ministerio de Economía - Buenos Aires, Republica Argentina. (en línea). Consultado 10 de Oct. de 2010. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/cerveza\\_04/Cerveza.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/cerveza_04/Cerveza.htm)

Revista Summa, 2010). Sube la producción mensual de cerveza en Panamá. Edición 200 Enero 2011. (en línea). Consultado 17 de Oct. de 2010. Disponible en: <http://www.revistasumma.com/economia/5853-sub-produccion-mensual-de-cervezas-en-panama.html>

Caffaratti, 2010. Asociación Civil “Somos Cerveceros. (en línea). Consultado 5 Sept. 2010. Disponible en: <http://www.somoscerveceros.com.ar/>

Valderrama W. 2002. Diseño y fabricación de prototipo de línea de proceso para la elaboración de cerveza con fines educativos. Proyecto especial de graduación. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 70 p.

World Drink Trends, 2005. Institute of alcohol studies. EditionWorld Advertising Research Center. (en línea). Consultado 10 de Oct. de 2010. Disponible en: [http://www.ias.org.uk/resources/publications/warc/worlddrinks\\_2005.html](http://www.ias.org.uk/resources/publications/warc/worlddrinks_2005.html)

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Manual de proceso para la elaborar cinco litros de cerveza de trigo tipo weissbier alemana.



**Elaborado Por:**  
**Jhonny Sanlate Matos**  
**Para la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano**



## INTRODUCCIÓN

Con el propósito de seguir ampliando y fortaleciendo la carrera de Agroindustria Alimentaria y el modulo de aprender haciendo de la Planta de procesamiento de granos con estos tipos de procesos biotecnológicos como la elaboración de cerveza, se elaboró un manual con cada una de las operaciones unitarias de procesos de manera clara y precisa para que los estudiantes junto a los profesores e instructores puedan elaborar cervezas al estilo que gusten y a la vez puedan saber utilizar de manera adecuada los equipos de procesos.

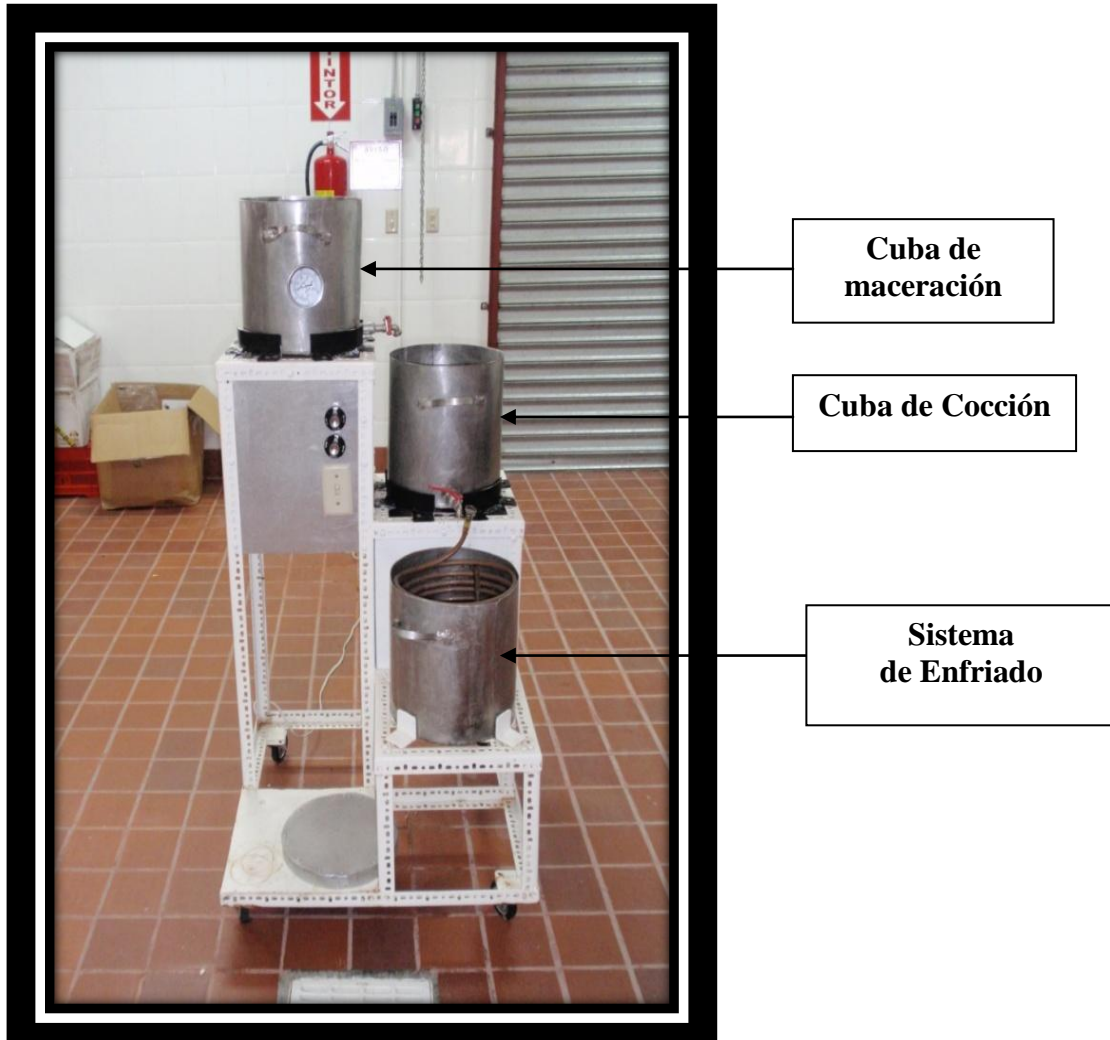
El manual fue desarrollado a partir del proyecto especial de graduación “efecto de dos tiempos y temperaturas de tostado de malta en dos porcentajes diferentes en la elaboración de una cerveza de trigo tipo weissbier alemana” con asesoría principal del Ing. Edward Moncada y secundario el Dr. Francisco Bueso, el manual presenta el flujo de proceso de manera detallada y los parámetros de control de calidad durante todo el proceso que deben seguir para obtener una cerveza con característica similares a la de trigo tipo weissbier alemana, y de acuerdo al equipo diseñado por Valderrama, (2002) presente en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) se basaron los parámetros de proceso.

Este prototipo de cerveza es el tercer que ya existe en zamorano, en el año 2002 el ingeniero Wladir Valderrama diseño la línea de proceso y elaboró un prototipo de cerveza Lager Zamorano y en el año 2009 el Ingeniero Fremio Hernández diseño un prototipo de cerveza tipo Bock. A partir de los dos estudios mencionados anteriormente se podrá elaborar cerveza de trigo tipo weissbier alemana.

## ÍNDICE

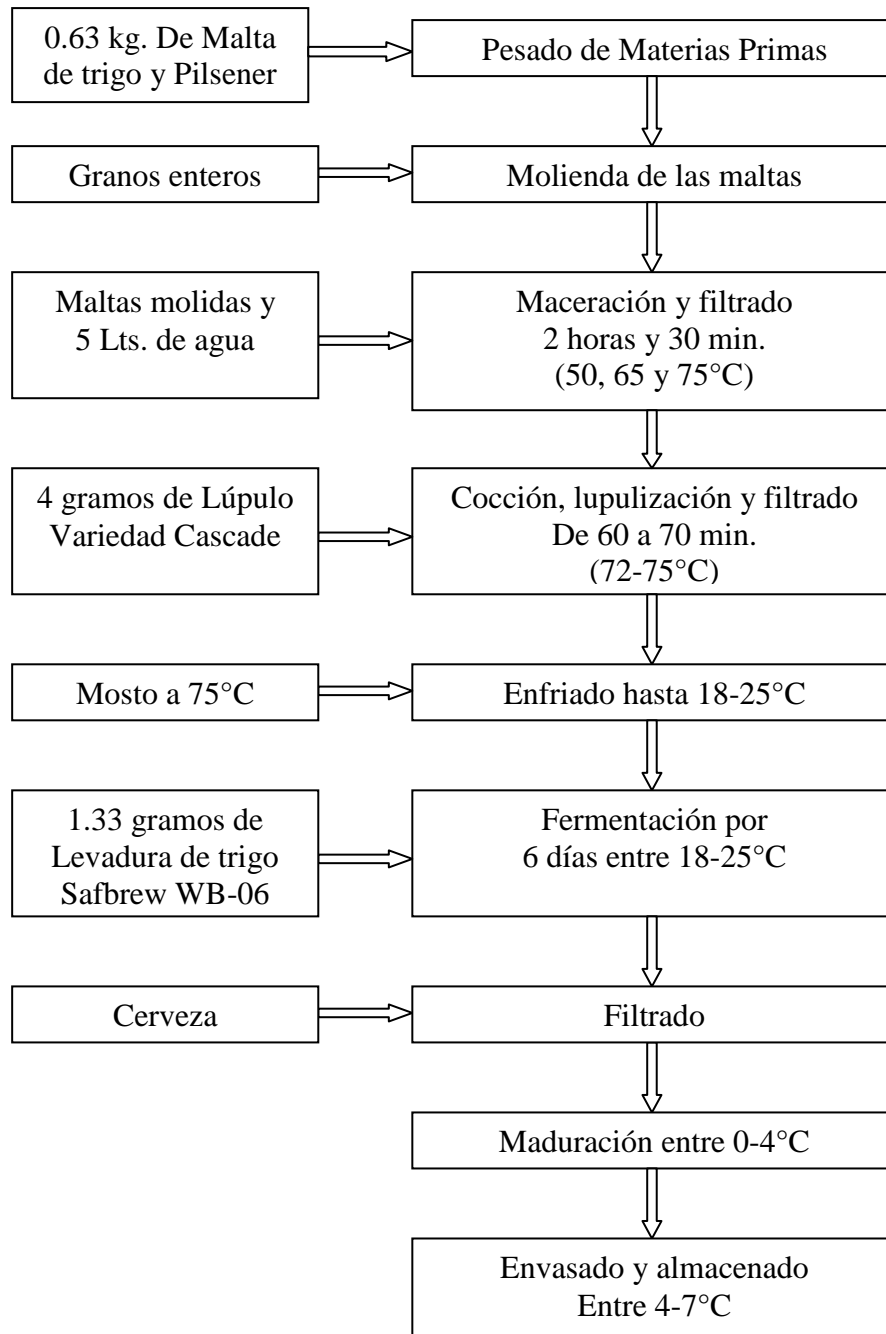
1- Descripción de equipos.....	29
2- Flujo de proceso de cerveza de trigo tipo weissbier.....	30
3- Elaboración de cerveza de trigo tipo weissbier. ....	31
4- Limpieza y desinfección de equipos.....	31
5- Inspección de equipos.....	31
6- Lista de insumo y materiales .....	33
7- Proceso de elaboración. ....	34
8- Pesado de insumos.....	34
9- La molienda de los granos. ....	34
10- Maceración y filtración.....	34
11- Cocción del mosto. ....	34
12- Enfriado y fermentación del mosto. ....	35
13- Maduración y filtrado.....	35
14- Parametros de control de calidad.....	35

## 1. Descripción de Equipo



Fuente: Valderrama, (2002)

## 2. Flujo de proceso de cerveza de trigo tipo weissbier.



### 3. ELABORACIÓN DE CERVEZA TRIGO TIPO WEISSBIER ALEMANA

#### 4. Limpiar y desinfectar equipos.

Colocarse el equipo obligatorio antes de ingresar a la planta (botas, gabachas, y mascarillas), primero se debe lavar con agente de limpieza de grado alimenticio toda la superficie donde posteriormente se va a trabajar, para la desinfección se debe hacer una solución de agua con 100 ppm de cloro, luego seguir siempre las buenas prácticas de manufacturas (BPM) durante todo el proceso.

#### 5. Inspección de equipos

Verificar que todas las parte del equipo este en perfecta condiciones para evitar derrame y accidente potenciales durante el proceso y además revisar el equipo alterno que utilizara luego de tener listo su mosto.



##### 5.1- Airlock

El airlock su función es dejar que salga el CO<sub>2</sub> producidos por las levaduras durante el proceso de fermentación y evitar la entrada de oxígeno que pueda contaminar nuestra cerveza. Antes de utilizar este utensilio es recomendable limpiarlo y desinfectarlo correctamente.

Fuente: Hernández, (2009).



##### 5.2- Botellas de fermentación

Para fermentar de manera artesanal lo podemos hacer en este tipo de botellas, aquí deben colocar el mosto y luego de enfriarlo y agregar las levaduras y posteriormente colocar la trampa de aire (airlock) correctamente. Estas botellas deben de estar completamente limpia y esterilizada antes de colocar el mosto porque el proceso de fermentación es uno de los proceso mas delicado en la producción de cerveza una contaminación afectara la fermentación y nuestro producto final sera de mala calida.



### 5.3- Botellas para la maduración.

Para la maduración de la cerveza una vez a terminado el proceso de fermentación pueden utilizar estas botellas para colocarla en el cuarto frio y dejar que pase el proceso de maduración que va a depender del tipo de cerveza que vayan a elaborar. Al igual que las botellas de fermentación deben de estar completamente limpia y esterilizada.



### 5.4- Termómetro

El termómetro es de vital importancia durante todo el proceso de elaboración de cerveza para los controles de temperaturas durante la maceración y la cocción del mosto.



### 5.5- Espirar de cobre

Este parte del equipo fue diseñada con el fin de enfriar el mosto una vez a terminado el proceso de cocción y luego pasar al proceso de fermentación, pero sin embargo para el buen funcionamiento de este equipo es necesario el uso de alguna fuente de poder que le proporciones presión como por ejemplo una bomba pequeña para que así el mosto pueda hacer el ciclo de enfriado rápidamente.

Fuente: Hernández, (2009).



### 5.6- Recipiente con hielo

Como recomendación para enfriar el mosto lo más rápido posible lo pueden hacer en un recipiente con hielo a través de intercambio de calor.



### 5.7- Fuente de energía

Después de tener todo el equipo y utensilio listo verificar la fuente de energía para conectar el equipo.

**Nota:** De las conexiones existentes en la (PAID) usar los conectores colgantes.

## 6. Lista de insumos y materiales.

Cuadro 1. Insumo y materiales a usar durante el proceso.

Material	Descripción	Cantidad
Agua	Potable	5 Lts.
Malta de trigo	En granos	0.208Kg
Malta pilsener	En granos	0.417 Kg
Lúpulo	Variedad Cascade pelletizado	4 g
Levaduras de trigo	Safbrew WB-06 deshidratada	1.33 g
Refractómetro	0-85 °Brix	1 unidad
Termómetro	De contacto	1 unidad
Balanza	Capacidad hasta 30 kg	1 unidad
Paño limpio	Para filtración	1 unidad
Solución de cloro	100ppm	5L
Embudo	Plástico	1 unidad
Erlenmeyer	Plástico	1 unidad
Recipiente con agua	Caliente para esterilizar	Lo necesario
Hielo	Para el intercambiador de calor	Lo necesario
Colador o pasador	De metal	1Unidad
Potenciómetro	Digital	1 Unidad

## **7- Proceso de elaboración**

### **7.1 Pesado de insumos**

- 1- Pesar las cantidades de maltas, lúpulo, levadura y agua a utilizar.

### **7.2 La molienda de los granos**

- 1- Moler las maltas de trigo y cebada para tratar de obtener la menor cantidad de harina y sin romper mucho la cáscara ya que ésta será utilizada como filtro.
- 2- Le quitamos el exceso de harina con un colador.

### **7.3 Maceración y filtración**

- 1- Medir pH del agua el óptimo es 6.5-7.
- 2- Se mezcla las maltas con agua a temperaturas de 30-40° C por 20 minutos.
- 3- Aumentar la temperatura de 50 a 55 ° C por 30 minutos.
- 4- Aumentar la temperatura de 62 a 65 ° C por 50 minutos.
- 5- Aumentar la temperatura de 72 a 75 ° C por 60 minutos.
- 6- Aumentar la temperatura a 78 ° C por 10 minutos.
- 7- Luego filtrar el mosto y pasarlo a la cuba de cocción, durante este proceso se separa la parte espesa del líquido dulce utilizando un filtro en el fondo de la cuba, el mismo está formado por una lámina metálica con agujeros, por donde sale el líquido, quedándose los restos dentro de la cuba. Para aprovechar todo el azúcar, al finalizar la filtración se lava con agua caliente (72°C) por la cuba, llevándose los últimos restos del azúcar. El líquido dulce se llama Mosto.

**NOTA:** A Partir de los 45-50° C se forman los componentes aromáticos, de 60 a 75° C se va transformando la fécula en maltosa y dextrinas (azúcares), observar siempre que la temperatura se mantenga entre en los parámetros establecidos, durante todo el proceso es recomendable mezclar el mosto y este proceso tardará aproximadamente 3 horas.

### **7.4 Cocción de mosto**

- 1- Después de la filtración el mosto se lleva a la cuba de cocción, donde se cuece durante 60-70 minutos agregando el lúpulo en distintos momentos.
- 2- Sacar espumas antes de la adicción de lúpulos.
- 3- En las primeras adiciones de lúpulo se obtiene amargor y agregándolo en los últimos minutos de la cocción se obtiene aroma y sabor.
- 4- El lúpulo Cascade agregado a los 25 minutos de haber comenzado a hervir.
- 5- Las etapa de adicción de lúpulo se recomienda en 3 etapas: 80%, 15%, 5% Amargor, Sabor y aroma.

**NOTA:** Mantener siempre Revolviendo, medir densidad y grado Brix, este proceso tardara entre 60-70 minutos y mantener siempre la temperatura de cocción entre 72-75°C.



## 7.5 Enfriar y fermentar el mosto

- 1- Enfriar el mosto lo más rápido posible para evitar contaminación que se pueda y dejarlo a temperaturas de 18-25°C.
- 2- El mosto se lleva a la botella de fermentación, donde se añade las levaduras para provocar la fermentación que transforma los azúcares del mosto en alcohol y CO<sub>2</sub>.
- 3- Inocular la levadura 10 minutos antes en el Erlenmeyer con un poco de mosto para activarla.
- 4- Agregar levaduras de trigo (Safbrew WB-06) de alta fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*), en las botellas de fermentación y tapar rápidamente con Airlock que evita la entrada de oxígeno que puede dañar nuestra cerveza y permite la salida de dióxido de carbono producido por las levaduras.
- 5- El proceso de fermentación tardará 6 días.

NOTA: Observar que el airlock este burbujeando en el sentido correcto de adentro de la botella hacia afuera.

## 7.6 Maduración y filtrado

- 1- Filtrar la cerveza al terminar la fermentación se lleva la cerveza a las botellas de maduración en donde la cerveza se va a madurar a una temperatura que ronda los 0° C y tarda entre de 3 a 5 días.
- 2- Las cervezas de alta fermentación, especialmente las que sufren una segunda fermentación en la botella, tienen un tiempo más corto de lagering, ya que su cuerpo se consigue durante la segunda fermentación dentro de la botella.

## 7.7 Parámetros de control de calidad

Parámetros de control de calidad	
Trigo	Debe ser malteado
Agua	100% de pureza
Lúpulo	Variedad Cascade
Levadura	De trigo no puede ser otra
Color SRM/Lovinbon	8
Color EBC	12
Densidad	1012-1020
Alcohol	5-5.5%
Acidez	4.5-4.8
Amargor	16 IBU
Temperatura de almacenamiento	5-10°C

Fuente: CIBART 2010.

SRM= Standard Reference Method

EBC= Europea Brewing Convention

IBU= International Bitterness Units.

## Anexo 2. Principales variedades de lúpulo aromáticos.

<b>Lúpulo</b>	<b>País de origen</b>	<b>Uso común</b>
Cascade	EE.UU.	Pale Ales estilo americano
Crystal	EE.UU.	Cualquier estilo Lage
Czech Saaz	República Checa	Pilsners
East Kent Goldings	Inglaterra	Ales estilo inglés
Fuggle	Inglaterra y EE.UU.	Ales estilo inglés
Hallertauer (naciona)	Alemania	Ales y Lagers estilo alemán
Hallertau Hersbrucker	Alemania	Ales y Lagers estilo alemán
Hallertauer Mittelfruh	Alemania	Todas las Lagers
Hallertauer Tradition	Alemania	Todas las Lagers
Hersbrucker (nacional)	Alemania	Ales y Lagers estilo alemán
Liberty	EE.UU.	Todas las Lagers
Lubelski/Lublin	Polonia	Pilsners
Mt. Hood	EE.UU.	Todas las Lagers
Saazer (nacional)	Checoslovaquia y EE.UU.	Pilsners
Spalt Spalter	Alemania	Lagers y ales estilo alemán
Spalter (nacional)	Alemania y EE.UU.	Lagers estilo alemán
Hallertauer Spalter Select	Alemania	Lagers y ales estilo alemán
Styrian Goldings	Inglaterra y Eslovenia	Ales estilo inglés
Tettnang Tettnanger	Alemania	Ales y Lagers estilo alemán
Tettnanger (nacional)	Alemania y EE.UU.	Ales y Lagers estilo alemán
Willamette	EE.UU.	Ales estilo inglés

Fuente: Inducerv S. A. (2009).

## Anexo 3. Principales variedades de lúpulo de amargor.

<b>Lúpulo</b>	<b>Pais de origen</b>	<b>Uso común</b>
Brewer`s Gold	Inglaterra	Ales estilo inglés, Lager estilo alemán
Bullion	Inglaterra	Ales estilo inglés, Lager estilo alemán
Centennial	EE.UU.	Pale Ales y Cerveza de trigo
Chinook	EE.UU.	Pale Ales y Pale Lagers
Cluster	EE.UU.	Cualquier estilo
Eroica	EE.UU.	Cualquier estilo
Galena	EE.UU.	Cualquier estilo
Hallertau Northern Brewer	Inglaterra y Alemania	Ales y Lagers estilo alemán
Norththern Brewer	Inglaterra y EE.UU.	Ales y Lagers estilo alemán
Nugget	EE.UU.	Cualquier estilo
Hallertauer Parle	Alemania	Cualquier estilo
Pride of Ringwood	Australia	Estilo australianos
Super Styrians	Eslovenia	Cualquier estilo
Wye Target	Inglaterra	Ales y Lagers estilo inglés Pilsners

Fuente: Inducerv S. A. (2009).

Anexo 4. Hoja de evaluación sensorial de cerveza.

Universidad Zamorano  
 Agroindustria Alimentaria  
 Jhonny Sanlate Matos 10009

Desarrollo de un prototipo de cerveza de Trigo y Cebada tipo Weassbier Alemana

**HOJA DE EVALUACIÓN DE PANEL SENSORIAL PARA CERVEZA**

**Instrucciones a seguir:**

- Por favor coloque su nombre y fecha.
- Se le presentarán 4 tipos de cerveza con un código cada una y un vaso con agua, galletas sodas y un pedazo de manzana.
- Antes de realizar las pruebas sensoriales por favor limpie su paladar con galletas o manzanas y agua.
- Limpie su paladar antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Marque con una "X" el cuadrado correspondiente a su evaluación de la muestra para cada uno de los atributos.
- En la escala, 1 que significa extremadamente desagradable y 5 significa extremadamente agradable.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

**NOTA:** Por favor asegúrese de haber leído cada una de las instrucciones antes de hacer su evaluación. Si tiene alguna pregunta por favor indicarle al instructor o supervisor.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Muestra #: \_\_\_\_109\_\_\_\_

ESCALA

ATRIBUTOS	Desagradable				
Agradable					
<u>Apariencia</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Aroma</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Color</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Sabor</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Sabor residual</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Amargor</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Frescura</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Cuerpo</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
<u>Aceptación General</u>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

**Anexo 5. Conversión de la absorbancia en a valores EBC, SRM y Grados Lovinbond.**

Conversión de absorvancia a color de la cerveza			
	European Brewing Convention	Standard Reference Method	Lovinbond
Absorbancia	EBC = Abs. x 25	SRM = EBC/1.97 ó Abs. x 12.7	Igual a SRM
País	Unión Europea	Estados Unidos	Mundial

Fuente: Daniels, 1996.

**Anexo 6. Color en unidades de color internacional de cerveza.**

Tratamientos Tiempo y T° de tostado de malta (min-°C)	Descripción	EBC	SRM
110°C x 60 minutos	50% trigo malteado	21	10
110°C x 60 minutos	33% trigo malteado	17	8
85°C x 60 minutos	50% trigo malteado	13	7
85°C x 60 minutos	33% trigo malteado	12	6

SRM= Standard Reference Method

EBC= Europea Brewing Convention

**Anexo 7. Tiempo y temperaturas para la obtención de maltas especiales.**

Malta	Tiempo en minutos	Temperaturas en °C
Pale Gold	10	150
Gold	20	150
Amber	40	150
Deep Amber	60	150
Cooper	20	230
Deep Cooper	30	230
Brown	40	230
Chocolate	70	230
Black Patent*	20	250

Fuente: Sebastián Caffaratti, (2010).

## Anexo 8. Coeficiente de variación de todos los atributos sensorial.

<b>Atributo Sensorial</b>	<b>*%CV</b>
Apariencia	16.82
Aroma	19.04
Color	19.19
Sabor	16.43
Sabor Residual	18.71
Amargor	21.94
Frescura	13.64
Cuerpo	15.00
Aceptación general	18.04

\*%CV= Coeficiente de variación