

**Benemérita
Universidad Autónoma de Puebla**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

“ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA ARTESANAL CON JUGO DE TUNA”

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:

Ingeniero en Alimentos

Presenta:

MIGUEL ANGEL MUNIVE CID DE LEÓN

Director de Tesis:

Dr. Sergio Juárez del Carmen

Puebla, Pue. 15 de Junio 2015

QUÍMICA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía y mi fortaleza

A mi madre Bety, por enseñarme con el ejemplo a no decaer frente a ninguna adversidad y a mi abuelita Carmen por ser mi guía y mi ángel desde donde este.

A mi padre Miguel, mis hermanos Oscar y Jessy, por su amor incondicional y su apoyo en todo momento.

A mi Carla, por ser mi amiga, mi confidente y mi novia, motivándome a seguir y por no separarse de mí pese a los obstáculos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	vi
OBJETIVOS	vi
General	vi
Particulares	vi
HIPÓTESIS	vi
1.1. La cerveza	1
1.1.1. Definición.	1
1.1.2. Historia de la cerveza.....	1
1.1.3. Historia de la cerveza en México.	3
1.2. Cerveza Artesanal	4
1.2.1. Cerveza Artesanal en México.	4
1.3. Cualidades en una cerveza artesanal.	6
1.3.1. Cuerpo.	6
1.3.2. Aroma.	6
1.3.3. Densidad inicial.	7
1.3.4. Amargor.	7
1.3.5. Coloración.....	10
1.3.6. Contenido alcohólico.....	11
1.3.7. Temperatura al servir.	11
1.3.8. Maridaje.	11
1.4. Clasificación de la cerveza.	11
1.4.1. Estilos de cervezas Ale.	12
1.4.2. Cervezas Lager.....	13
1.5. Ingredientes necesarios para elaborar una cerveza	14
1.5.1. Cebada.	14
1.5.2. La malta.	15
1.5.3. El agua.....	19
1.5.4. El lúpulo.	21
1.5.5. Levadura.	26
1.6. ¿Cómo hacer una cerveza?	28
1.6.1. Molienda.	28
1.6.2. Macerar.....	29
1.6.3. Lavado de mosto.....	29
1.6.4. Hervido.....	29
1.6.5. Lupulizado.....	29
1.6.6. Oxigenado de mosto.	29
1.6.7. Fermentado.....	30
1.6.8. Envasado.....	30
1.7. El nopal y la tuna.	30
1.7.1. Características del nopal.....	31

1.7.2. Beneficios del nopal.....	32
1.7.3. La tuna.....	32
2. METODOLOGIA.....	38
2.1. Cerveza a elaborar.....	38
2.2. Insumos.....	39
2.3. Fórmula 1.....	40
2.4. Fórmula 2.....	40
2.5. Fórmula 3.....	40
2.6. Materiales.....	41
2.7. Métodos.....	41
2.7.1. Volumen de alcohol.....	41
2.7.2. Amargor expresado en IBU.....	41
2.7.3. Cálculo del color de cerveza usando SRM.....	42
2.7.4. Cálculo de azúcar para carbonatar.....	42
2.8 Diagrama de flujo.....	43
2.8.1 Elaboración de las Fórmulas.....	44
2.8. Evaluación sensorial.....	48
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
3.1 Grado alcohólico.....	49
3.2 Índice de amargor en IBU´s.....	49
3.3. Color en SRM.....	49
3.4. Fórmula 1.....	51
3.5. Fórmula 2.....	52
3.6. Fórmula 3.....	54
4. CONCLUSIONES.....	56
5 ANEXOS.....	57
6. BIBLIOGRAFÍA.....	64
7. GLOSARIO.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportación, producción y consumo mundial de cerveza.	5
Figura 2 Circulo Sensorial	7
Figura 3. Proceso de malteado de la cebada.....	15
Figura 4. Detalles de la inflorescencia del lúpulo.	22
Figura 5. Vista vertical de un horno para lúpulo.....	23
Figura 6. Esquema de las levaduras.....	27
Figura 7. Opuntia amyclaea o Blanca	35
Figura 8. O. ficus indica o Cristal	36
Figura 9. O. megacantha o tuna amarilla,	36
Figura 10. Diagrama de flujo para elaborar cerveza	43
Figura 11. Evaluación sensorial.	48
Figura 12. Hoja de escala hedónica para panelistas no entrenados.....	48
Figura 13. Tratamiento 1 y tratamiento 2.	52
Figura 14. Tratamiento 1 Fórmula 2.....	53
Figura 15. Tratamiento 2, Fórmula 2.....	53
Figura 16.Fórmula 3, tratamiento 1 y 2	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de utilización de Lúpulo	9
Tabla 2. Color basado en el Método Estandar de Referencia.....	10
Tabla 3. Constituyentes del lúpulo por cada 100 g.	25
Tabla 4. Contenido nutricional de la tuna.....	33
Tabla 5. Composición química en los frutos de Opuntia	37
Tabla 6. Formulaciones con sus respectivos tratamientos, mostrando variaciones	39
Tabla 7. Presentación de resultados de porcentaje de alcohol e IBU´s en las formulaciones.....	50
Tabla 8. Rendimiento para carbonatación.	50
Tabla 9 Lúpulo Cascade, características	58
Tabla 10. Mililitros obtenidos en los métodos para obtener jugo de tuna.....	60
Tabla 11. Características de las cervezas con jugo de tuna	61

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evaluación sensorial a la Fórmula 1 con sus dos tratamientos.	51
Gráfica 2. Evaluación sensorial a la Fórmula 2 con sus dos tratamientos.	52
Gráfica 3. Evaluación sensorial de la Fórmula 3 con sus dos tratamientos.	54
Gráfica 4. Preferencia consumidores.	55

RESUMEN

Debido a que en México no existe un producto cervecero artesanal el cual adjunte frutos de origen nacional o regional en el proceso de elaboración, se buscó elaborar un producto que lograra entrar en la definición de cerveza artesanal incluyendo un fruto nacional, seleccionando la tuna por ser el fruto más representativo del país. Se adicionó jugo de tuna en distintas etapas del proceso de elaboración. Evaluando sensorialmente las distintas formulaciones y tratamientos realizados por medio de pruebas hedónicas, con base en sus resultados se seleccionó la formulación que mayor aceptación tuvo, es así como la cerveza elaborada con jugo de tuna tuvo un buen sabor, y aroma dado por este mismo permitiendo asociar la cerveza como un producto cervecero mexicano.

INTRODUCCIÓN

México se ha posicionado como uno de los principales productores y consumidores de cerveza a nivel mundial y aun cuando en el país existen más de 200 cervezas artesanales (Barman in Red, 2013). Actualmente no existe en el mercado de elaboración nacional un estilo netamente mexicano, que tenga en su producto algún fruto que sea de origen nacional ya que estas marcas solo reproducen los patrones establecidos por productores europeos y norteamericanos. En el mejor de los casos la mención a algún tema nacional está en la etiqueta, el nombre de la cerveza o algún adjunto de la elaboración, claro, en menor cantidad. Quedando una cerveza más de las que ya existen en el mercado internacional, sin tener la opción de ser verdaderamente reconocida como un producto mexicano.

OBJETIVOS.

General

Desarrollar una cerveza artesanal; elaborada añadiendo jugo de tuna.

Particulares.

Elaborar distintas formulaciones de cerveza, adicionando jugo de tuna en distintas etapas del proceso de elaboración de cerveza.

Variar el añadir o no de avena en el macerado de malta para brindar cuerpo a la cerveza.

Evaluar sensorialmente las distintas formulaciones de cerveza y seleccionar la formulación que tenga mejor aceptación en la evaluación sensorial.

HIPÓTESIS.

La cerveza elaborada con jugo de tuna tendrá un buen sabor, y aroma dado por el jugo de tuna permitiendo asociar la cerveza como un producto cervecero mexicano.

La cerveza elaborada con jugo de tuna no tendrá un buen sabor y no incluirá los aromas del jugo de tuna, por tanto no podrá considerarse como un producto mexicano

1. ANTECEDENTES.

1.1. La cerveza.

1.1.1. Definición.

De acuerdo a Reyes (2005) se distingue bajo el nombre de cerveza, a la bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo que resulta de fermentar un mosto azucarado, a base de cereales germinados en presencia de levadura. Está compuesta en su mayor parte por agua (93%) y su porcentaje de alcohol oscila entre los 4 y 5. Generalmente presenta un color ambarino con tonos que van del amarillo oro al negro, pasando los marrones rojizos, se le considera "gaseosa", esto quiere decir que contiene CO₂ disuelto en saturación que se manifiesta en forma de burbujas a la presión del ambiente y suele estar coronada de una espuma más o menos persistente.

1.1.2. Historia de la cerveza

La mención más antigua de la cerveza se tiene en una tabla de arcilla en lengua sumeria y cuya antigüedad se remonta a 4.000 a.C. En ella se revela una fórmula de elaboración de la cerveza (Reyes, 2005).

Al menos 3000 años antes de la era cristiana una bebida embriagante elaborada de granos, formaba parte de la nutrición de los habitantes de Egipto (Hampson, 2008). Hacia el 1500 a.C. en Dinamarca se encontraron restos de cerveza que datan de la edad de bronce, y los germanos en el 300 a.C. bebían vino de cebada (Jaureguizar, 2001).

Durante en la edad media en Alemania existían gran cantidad de fábricas de cerveza, e incluso se comenzó a realizar la mezcla de cereales para obtener productos diferentes. A finales del siglo XV se promulgó la primera ley de pureza de la cerveza alemana la cual indica que la cerveza 100% pura, debe de elaborarse exclusivamente con tres ingredientes: agua, malta y lúpulo, de esta

manera los alemanes protegieron la pureza del producto, según el Duque de Raviera Guillermo IV. Esta ley no menciona la levadura, la cual fue descubierta en 1880 por Luis Pasteur (Martínez y Andrade, 2010).

Los monjes cerveceros de Baviera, observaron que algunos fermentos (levaduras) tendían a hundirse durante la fermentación (fermentación baja) y que las cervezas obtenidas con estas levaduras solían ser mucho más estables, que aquellas otras cervezas elaboradas con levaduras que ascendían y permanecían en la superficie durante la fermentación (fermentación alta) (Hornsey, 2003).

Esto no es, sin embargo la única razón por la que se usa el término de “fermentación alta”. Para que este proceso comience necesita una temperatura alrededor de los 19°C. o 20°C. Llegando a los 21°C. O 22°C. La “fermentación baja”, por el contrario es un proceso lento que se efectúa a baja temperatura que va de los 8°C o incluso 6°C (Pasteur, 1879).

En los siglos pasados, la cerveza no se elaboraba en grandes establecimientos especializados para su venta, simplemente cumplía con cubrir las necesidades básicas del hogar, siendo su elaboración tan común como hacer pan, queso o fabricar vino, al industrializarse, gran parte de esas prácticas se olvidaron (Vogel, 2003).

Como afirman Inaraja y Soriano (2009) en el último tercio del siglo XIX, Louis Pasteur con su microscopio logró identificar la levadura lager, que se empleaba en Alemania, demostrando que la levadura era un ser vivo y que no se originaba de forma espontánea como hasta entonces se pensaba. Así también explico el proceso de formación del alcohol durante la fermentación del mosto por la levadura y como controlarlo, explicó el motivo por el cual la cerveza se contaminaba, ya que otras bacterias crecían junto con la levadura, esto lo controlo usando un método de calentamiento denominado pasteurización.

La elaboración de la cerveza creció al mismo tiempo que lo hicieron las carreteras, los canales y los ferrocarriles. El descubrimiento de las máquinas de vapor permitió aumentar mucho el tamaño de los equipos de las fábricas de cerveza que originalmente utilizaban la fuerza humana para mover sus máquinas. Siendo el principal problema el tener que preparar el producto en lugares de clima templado siendo las malterías propias de climas tropicales, el inicio del siglo XX trajo consigo sistemas de refrigeración basados en la compresión de amoníaco, hizo posible la elaboración y malteado en casi cualquier clima(Hough,1990).

1.1.3. Historia de la cerveza en México.

Fue en el año de 1544 cuando Alfonso Herrera fundó en la ciudad de México la primera cervecería de América, establecida en la hacienda El Portal en Amecameca, para producirla se trajeron maestros cerveceros flamencos (García, 2013).

Una vez que México se independiza, comienzan a establecerse fábricas artesanales y resurge la producción nacional de cerveza en la primera mitad del siglo XIX, gracias a inmigrantes extranjeros que trajeron maestros cerveceros para producir las bebidas (García, 2013).

En 1925 Braulio Iriarte funda en la ciudad de México la Cervecería Modelo principal competidor industrial de la compañía formada en 1896 por Guillermo Hasse, Henry Manthey, William Hasse, Cuno Von Alten y Adolph Burhard de nombre Cervecería Moctezuma (Gómez, 2009).

Como consecuencia de la Ley Seca que entró en vigor en 1920 en Estados Unidos y que duró hasta 1933, surgió en 1929 la Compañía Manufacturera de Malta, para proveer a las cervecerías de Tijuana, Ensenada y Tecate, donde en 1943 se estableció la emblemática empresa del mismo nombre de la entidad, que once años más tarde lanzaría la innovadora cerveza en lata. (García, 2013).

En 1985 se fusionaron las cervecerías Cuauhtémoc y Moctezuma. Por su parte grupo Modelo realizó los primeros envíos de cerveza a Japón, Australia, Nueva Zelanda y ciertas naciones de Europa, África e Hispanoamérica (García, 2013).

Para el año 1997 aparecen en la Ciudad de México las micro cervecerías Cervecería San Angel y Cervecería Santa Fe Beer Factory. A diferencia de los países Europeos y de EUA, en nuestro país la tradición cervecera es reciente (Gómez, 2009).

Cuauhtémoc Moctezuma se unió en 2010 con el consorcio holandés Heineken, Grupo Modelo hizo lo propio en 2012 al incorporarse a su socio Belga Anheuser-Busch InBev (García, 2013).

1.2. Cerveza Artesanal.

Para considerar a una cerveza como artesanal Arteaga (2013) menciona que debe ser de elaboración tradicional, donde se evita usar cereales como arroz y maíz, la cerveza artesanal se manufactura mayoritariamente con malta, y solo se podrán usar otros ingredientes para enaltecer las características del producto, además de que una cerveza artesanal debe provenir de una cervecería pequeña, no debiendo producir más de cinco millones de hectolitros al año (Arteaga, 2013).

1.2.1. Cerveza Artesanal en México.

Con la aparición de la Cervecería Cosaco en 1995, se considera que se da el punto de inflexión del nuevo movimiento cervecero artesanal mexicano (García, 2013).

La Asociación Cervecera de la República Mexicana (Acermex) marca la tendencia en el mercado actual mexicano: el consumo de cerveza artesanal crece a más de 50% anual desde hace casi 10 años, fabricada por empresas 100% nacionales. Aun cuando el crecimiento de estas pequeñas empresas ha sido favorable estas mismas aun representan una minúscula porción del mercado, teniendo solo el 0.001% del consumo y en materia de producción, apenas un litro por cada 20,000 que se fabrican en el país (Antúnez, 2013).

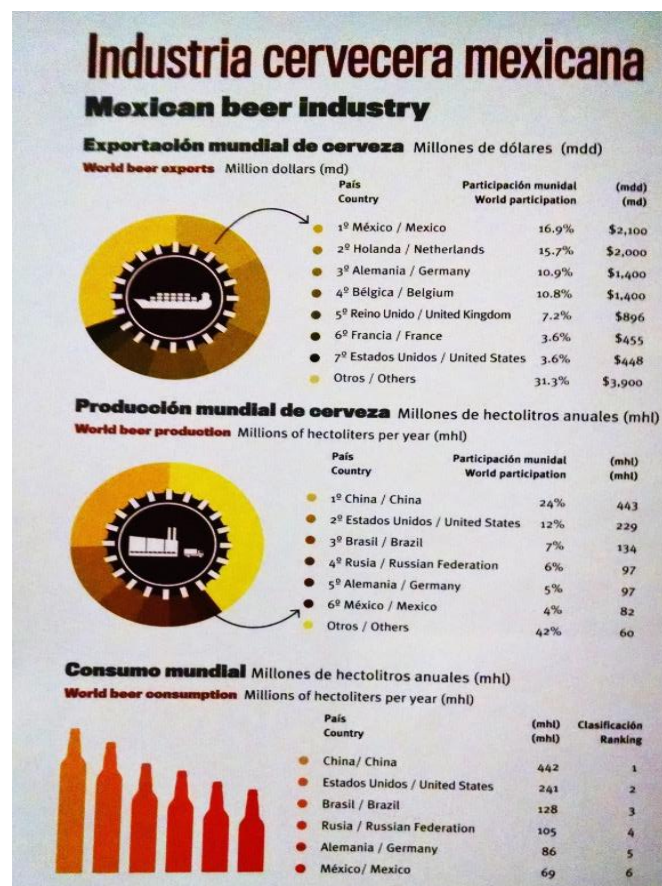


Figura 1. Industria cervecera mexicana

Actualmente la industria cervecera posiciona a México como el principal país exportador de este producto, como sexto en producción anual y consumidor per capital (Figura 1) (García, 2012)

En el año 2002 es cuando bien se podría decir que nació en Baja California del norte la primera cervecera artesanal, su nombre Cucapá, producida únicamente en barril y originaria de un restaurante bar, buscaba dar la cara por México en cuanto a una bebida fermentada nacional frente al extranjero (Antúnez, 2013).

A pesar de los productos de calidad que ofrecen las distintas cerveceras artesanales en México, como lo son Calavera, Jack, Cosaco, Beer Company, por mencionar algunas, los problemas en los impuestos que estas cervezas pagan, ponen un freno al desarrollo de más microcerveceras para apoyar a estos y miles más de cerveceros la Comisión Federal de Competencia (CFC) decidió en el año 2010 restringir los contratos de exclusividad de las dos principales cerveceras en el país, Grupo Modelo y Cuauhtémoc Moctezuma, para distribuir sus productos en los establecimientos, abriendo esto la puerta para que las cervezas artesanales se lancen en competencia abierta contra las dos gigantes (Arteaga, 2013).

1.3. Cualidades en una cerveza artesanal.

Cuando se habla de cerveza artesanal, se sabe que es el resultado de una comunión armónica y meticulosa de finos ingredientes, resaltando propiedades particulares que la tornan especial (García, 2013).

1.3.1. Cuerpo.

Es la percepción de viscosidad y peso que se produce en la boca al degustar la cerveza. Se acentúa por las proteínas, las dextrinas de la malta y otros componentes utilizados en su elaboración (García, 2013).

1.3.2. Aroma.

Olor originado por los ingredientes utilizados en la elaboración, principalmente se perciben los de la malta, lúpulo y adjuntos. Para su adecuada percepción, se debe servir la cerveza en un vaso agitando con suavidad para liberar partículas y esencias contenidas en el líquido, se debe acercar la nariz e inhalar

profundamente, en la primera exploración brotarán los ingredientes y esencias principales, para comparar los aromas se usa el círculo sensorial. (Figura 2)(García, 2013).

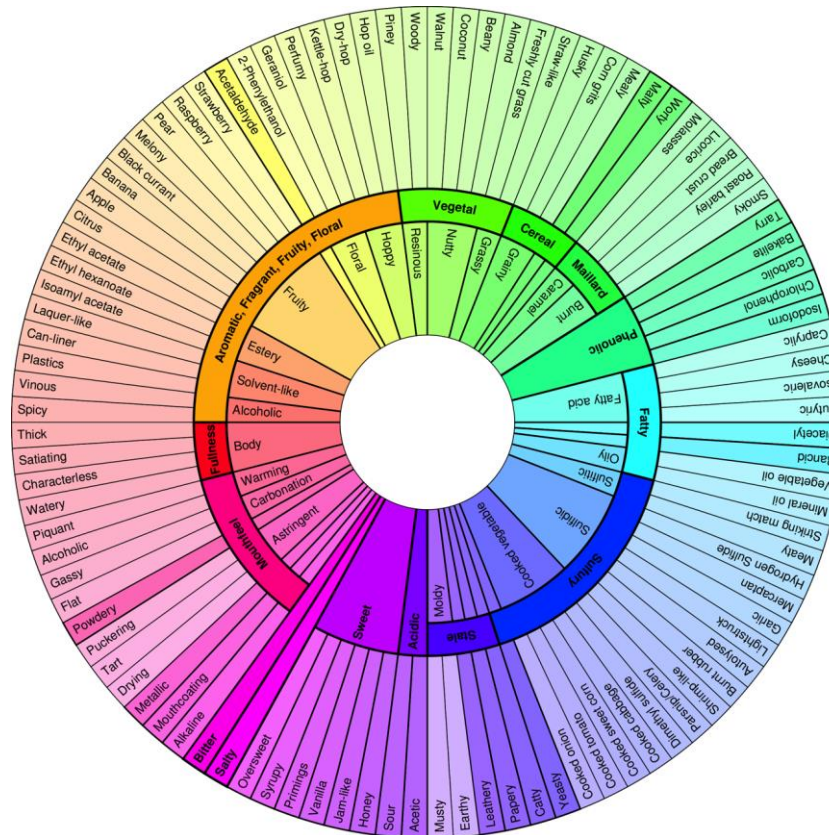


Figura 2 Círculo Sensorial (Albert, 2012)

1.3.3. Densidad inicial.

Densidad específica con que cuenta el mosto antes de pasar por el proceso de fermentación y tiene como referencia comparativa la densidad del agua (García, 2013).

1.3.4. Amargor.

Es el gusto amargo que se experimenta en la parte posterior de la lengua al beberse la cerveza. Se emplea la escala *International Bitterness Units* (IBU) para fijarlo. (García, 2013). Representa la cantidad de iso- α -ácidos disueltos en la cerveza, siendo equivalente un miligramo de iso- α -ácido por cada litro de cerveza.

$$AA/I = Plu * \%AA * 1000 / (Lm * 100)$$

Donde:

AA/I: iso- α -ácidos adicionados al mosto.

Plu: peso del lúpulo en gramos.

%AA: porcentaje de α ácidos que posee el lúpulo adicionado

Lm: litros de mosto.

Sin embargo, esto no da la cantidad de iso- α -ácidos que se isomerizaron en el mosto, para conocerlo se multiplica por el coeficiente denominado porcentaje de utilización. De acuerdo al método Ranger, se basa en la aplicación de un porcentaje de utilización según el tiempo que está expuesto el lúpulo al hervor, más la división por un factor de corrección para densidades mayores a 1050, en el caso de que sea menor o igual a esta el factor es 1, para el factor de corrección se calcula con la ecuación

$$Fc = 1 + (((DO / 1000) - 1.05) / 0.2)$$

Donde la DO es la densidad inicial sin punto y que posee el mosto después del hervor a elaborar, este factor de corrección se aplica más adelante en otra ecuación, para el porcentaje de utilización la Tabla 1 muestra los porcentajes que se usan dependiendo del tiempo y si la presentación del lúpulo es en pellets o flor

Tabla 1. Porcentaje de utilización de Lúpulo (Vogrig, 2004)

Tiempo de hervor en minutos	Porcentaje de utilización	
	Flor	Pellets
0 a 9	5	6
10 a 19	12	15
20 a 29	15	19
30 a 44	19	24
45 a 59	22	27
60 a 74	24	30
Más de 75	27	34

Conociendo el porcentaje de utilización del lúpulo y el factor de corrección para la densidad:

$$IBU's = Plu * \%AA \%U / (Lm * Fc * 10)$$

Donde %U es el porcentaje de utilización dado en la tabla y así obtener el cálculo de IBU's presentes en la cerveza, por otra parte si lo que se quiere saber es la cantidad de lúpulo a usar en base a una cantidad de IBU's a los cuales se quiere llegar la ecuación es la siguiente:

$$Plu = IBU's * Lm * Fc * 10 / (\%AA * \%U)$$

Donde IBU's es el amargor que se desea obtener (Vogrig, 2004).

1.3.5. Coloración.

Es la tonalidad del líquido que va desde lo pálido hasta lo oscuro. Se especifica con el Método Estándar de Referencia (por su significado en inglés, SRM)(Tabla 2). El SRM se adoptó en 1958 por la *American Society of Brewing Chemists* (ASBC), para medir el color de una cerveza, consiste en la reducción de intensidad que sufre un haz de luz monocromática de longitud de onda de 430 nm, al atravesar 1 cm de cerveza, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{SRM} = 12.7 \times A_{430}$$

Multiplicando la absorbancia por 12.7 aplicando la ley de Lambert- Bouguer- Beer (Gigliarelli, 2008)

Tabla 2. Color basado en el Método Estándar de Referencia

SRM/ Lovibond	Ejemplo	Color de la cerveza
2	Pale lager	
3	Pilsen Alemana	
4	Pilsen Checa	
6		
8	Weissbier	
10	Bass pale ale	
13		
17	Lager oscura	
20		
24		
29	Porter	
35	Stout	
40		
70	Imperial Stout	

Cuando el valor SRM (Gigliarelli, 2008) de la cerveza es mayor a 30 las mediciones en la cubeta son aproximadas, en ese caso, se diluye la muestra con agua desionizada y se multiplica el valor obtenido por el factor de dilución (D) que es igual a 2 si es dilución 1:1, cambiando a:

$$\text{SRM} = 12.7 \times D \times A_{430}$$

1.3.6. Contenido alcohólico.

Cantidad de este compuesto químico orgánico que se encuentra contenida en la cerveza. El tipo de alcohol es el etílico. Para determinar el porcentaje se usa la medida *Alcohol By Volume (ABV)* (García, 2013).

Para poder disfrutar y apreciar las cualidades antes citadas se deben tener en consideración los siguientes puntos:

1.3.7. Temperatura al servir.

Temperatura ideal a la que debe servirse la cerveza según sea su estilo. La gama de enfriamiento suele oscilar entre los 2°C y los 18°C (García, 2013).

1.3.8. Maridaje.

Unión armónica al degustar alimentos y cervezas que propicia una complementación grata y adecuada de sabores. Cada variedad de cerveza puede combinar con una diversa gama de platillos (García, 2013).

1.4. Clasificación de la cerveza.

Las cervezas se clasifican en dos grandes grupos, según la forma de fermentación, las ales y las lagers.

1.4.1. Estilos de cervezas Ale.

Cervezas Ale. Fermentación alta entre 25-30°C.

Son cervezas más aromáticas que las lager y permiten una mayor combinación de ingredientes en su elaboración, dando lugar a una mayor variedad de cervezas.

Cada productor, de cada país, elabora su cerveza de acuerdo a los insumos que tenga y toque que decide añadirle, es así como se es posible encontrar dentro de los dos principales grupos de cerveza a cada estilo, a continuación se presentan algunos de esos estilos:

Ale con cebada malteada como principal ingrediente, de color claro a dorado y contenido alcohólico medio – alto entre 4 y 8% en volumen, donde se encuentran los siguientes estilos:

*Pale Ale, Mild ale, Bitter Ale, Brown Ale (cervezas Inglesas)

*Kölsch y Alt (cervezas alemanas).

*Ale rubia (Bélgica).

*Ale (USA).

Ale con cebada malteada como principal ingrediente, de color dorado a ámbar oscuro o negro y contenido alcohólico medio – alto, entre 4.5 y 8% en volumen:

*Indian pale ale, old Ale, scotch ale (cervezas Inglesas).

*Stout, ale roja (Irlanda).

Ale con cebada malteada como principal ingrediente, de color ámbar oscuro a negro y contenido alcohólico alto, superior al 8% en volumen, pueden madurar en tanques de roble:

*Barley Wine, Red Ale (cervezas belgas).

Ale de Abadías y Trapenses Belgas, son cervezas con doble y triple fermentación, la última en la botella, con azúcar en su composición.

Ale con trigo en su composición, con colores variados desde claro pálido a oscuro, según el grado de tostación de la malta o del trigo malteado empleado.

Ale de trigo sin filtrar, turbias, usando hasta el 50% de trigo sin maltear y mezclado con cáscara de naranja y cilantro (cerveza de Bélgica).

Ale de fermentación espontánea, Lambic, elaboradas únicamente en el valle de Zenne, en Lembeek al sur de Bruselas, donde habita en el medio ambiente una flora específica de más de 100 levaduras y bacterias que inoculan espontáneamente el mosto cervecero producido con un 30-40% de trigo y el resto con malta de cebada (cerveza de Bélgica). Dentro de este estilo están:

-Cervezas Gueuze. Mezcla de Lámbic jóvenes con viejas.

-Faro. Con azúcar dejando refermentar en la botella y pasteurizando después.

-Con frutas. Madurada con frutos rojos, por mínimo 6 semanas.

1.4.2. Cervezas Lager.

Fermentación baja cerca de 0°C.

De igual forma las cervezas Lager tienen variantes, las principales:

*Laguer claras. Cervezas rubias, brillantes, aroma frutal, con espuma consistente (cervezas alemanas).

*Pilsen. Cervezas con denominación de origen en la Republica Checa.

*Oscuras, con cebada malteada como principal ingrediente, estilo Viena (cervezas alemanas).

*Múnich. Tostada más que una Pilsen o Viena, dando un aroma a caramelo, vainilla y café muy suaves (cervezas alemanas).

*Especiales. Dependiendo el país son de pascua o de navidad.

(Inaraja y Soriano, 2009).

Estos dos grandes grupos albergan a una gran cantidad de estilos de cervezas, para su clasificación en la actualidad, su agrupamiento se basa en el Programa de certificación para juzgar cervezas. Pautas de estilos para cerveza, hidromiel y Sidra el cual es más específico en cuanto a la clasificación, ya que en ella podemos encontrarlos por:

Nombre de la cerveza.

Descripción de aroma.

Impresión general.

Sensación en boca.

Comentarios del juez.

Ingredientes.

Estadísticas vitales (definición de -IBU´s-, Densidad inicial, Densidad Final, SRM, grado alcohólico).

Ejemplos comerciales

En esta clasificación tenemos a 23 familias y un total de 81 estilos. (Strong, 2008).

1.5. Ingredientes necesarios para elaborar una cerveza.

1 5.1.Cebada.

La cebada (*Hordeum sativum*) es un cereal que pertenece a la familia de las gramíneas, los principales tipos de cebada que se cultivan pertenecen a las especies *Hordeum distichum* (de 2 hileras) y *Hordeum vulgare* (6 hileras) (Sánchez, 2006).

Actualmente la cebada es el cereal más utilizado para la elaboración de malta cervecera, en menor proporción se usa el trigo y sorgo (Sánchez, 2006). A nivel mundial la cebada ocupa un tercer puesto en el sector de los cereales con una producción de 136 millones de toneladas en el periodo 2007/08 de los cuales 28 millones son para consumo industrial en cerveza (Maluenda, 2011).

En México, aproximadamente el 70% de la cebada que se produce es específica para ser utilizada en la industria maltera y el 30% restante corresponde a especies que se utilizan fundamentalmente para la industria del ganado (Espinosa, 2003).

1.5.2. La malta.

Se designa bajo el nombre de malta los granos de cebada o de cualquier otro cereal germinados artificialmente y desecados de sus gérmenes (Reyes, 2005).

Para la conversión de cebada en malta se requiere un mínimo de 2 semanas y se somete a malteado después de 6 a 8 semanas de la cosecha del grano, siendo una de las materias primas necesarias para la elaboración de la cerveza, ya que confiere características de color, sabor y espuma, constando de varias etapas como se muestra en la Figura 3

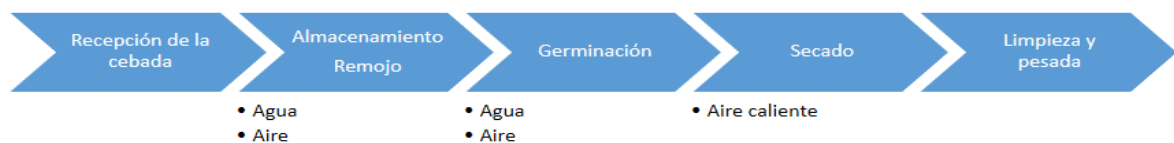


Figura 3. Proceso de malteado de la cebada

1.5.1.2. Tipos de maltas cerveceras.

Existen diversos tipos de malta, que difieren en las condiciones de tiempo y temperatura a las cuales fueron tratadas durante el malteado, por lo que poseen características especiales de sabor y color (Sánchez, 2006).

Maltas base.

Malta Lager: La malta lager (pilsner) puede ser usada para producir tanto lager como ales, esta tiende a ser la malta con más disponibilidad. Para su fabricación se procede a calentar cuidadosamente en un horno hasta llegar a los 32.2°C

durante el primer día, blanqueada a 48.8-60.0°C por 12-20 horas y luego curada a 79.4-85°C durante 4-8 horas, todo dependiendo del malteador. Esto produce a la malta un sabor delicado y apacible junto con un excelente potencial enzimático, para poder ser usada como base de la mayoría de la cervezas, junto con otras completarias para añadir sabores y aromas particulares.

Malta Pale Ale: Tostadas a temperaturas más altas que las maltas lager, lo cual le da un sabor ligeramente a tostado, ideal para Pale Ales.

Malta de trigo: El trigo ha sido utilizado casi desde el mismo tiempo que la cebada para hacer cerveza. Usado desde el 5 al 70% dependiendo de la receta durante el macerado, al no tener cascara, contiene menos taninos que la cebada, con mayor contenido proteico ayudando a una mayor retención de espuma, de igual forma puede ocasionar problemas si no es bien descansado durante el macerado.

Malta de centeno: el centeno malteado no es muy común, puede ser usado desde un 5 a un 10% del total del grano, para añadir una nota picante a la cerveza, más espesa en el macerado que el trigo y debe ser bien manejada.

Maltas horneadas.

Estas maltas son comúnmente producidas mediante el incremento de las temperaturas de curado usadas para la producción de malta base.

Malta biscuit: Esta malta es muy tostada y ligeramente quemada, para darle a la cerveza un sabor entre pan y bizcocho, usada típicamente como un 10% del total de la malta. Aporta a la cerveza un color ámbar profundo.

Malta victoy: Esta malta quemada es similar en sabor a la biscuit, pero aporta un sabor más a nuez, así como un color más anaranjado.

Malta Munich: Esta malta tiene un color ámbar y aporta mucho sabor a malta. Usada principalmente en la famosa oktoberfest.

Malta Viena: Esta malta es más clara y dulce que la Munich y es el ingrediente principal de las cervezas Bock.

Malta dextrina (carapils): Malta poco usada, no aporta mucho color, pero mejora notablemente el "Mouthfeel" y el cuerpo percibido de la cerveza. Usada en una cantidad de 230 g para 19 Litros de cerveza.

Maltas caramelizadas (Crystal).

Estas maltas fueron sometidas a una "cocción" especial, después del proceso de malteado, que cristaliza los azúcares, formando así cadenas más complejas de azúcares los cuales no pueden ser convertidas en cadenas simples por las enzimas durante el macerado, obteniendo así una cerveza maltosa y dulce a caramelo, dando un sabor redondo y acabado. Ideal para cervezas con alta densidad, tanto ale como lager. En un contenido de 5-25% del total de la malta para una receta de 20 litros.

Caramelo 10: Esta malta aporta una dulzura similar a la de la miel junto con algo de cuerpo a la cerveza final.

Caramelo 40: Esta malta brinda un color adicional, así como una dulzura alta, ideal para pale ales y amber lagers.

Caramelo 60: La más comúnmente utilizada, aporta mucho sabor a caramelo y cuerpo a la cerveza. Usada en pale ales, estilos bitters, porters y stouts.

Caramelo 80: Malta usada para elaborar cervezas rojizas aportando un sabor dulce y amargo, como el caramelo quemado.

Caramelo 120: Aporta mucho color y sabor dulce-amargo, como el del caramelo quemado. Ideal para dar complejidad de sabores a old ales, barley wines y doppelbocks.

Especial B: Esta malta de origen belga única tiene un sabor dulce de nuez quemado. Usada con moderación es usada en brown ales, porters, doppelbocks, cantidades mayores aportarán sabores como de ciruela.

Maltas quemadas.

Estas maltas quemadas aportan un sabor a café, debe ser usada con moderación y de preferencia sobre el final del macerado produciendo un sabor punzante.

Malta chocolate: Usada en pequeñas cantidades para las brown ales y cantidades mayores para porters y stouts, esta malta tiene un sabor amargo-dulce similar al chocolate, da un color rubí negro.

Malta Black Patent: Conocida como la malta más negra de las negras. En menos de 230 g en 19 litros para cortar el sabor dulce que añaden las maltas caramelo.

Cebada tostada: No es malta, solo cebada quemada, que aporta menos sabor a carbón que la Black Patent.

Otros granos y adjuntos.

Avena: la avena es maravillosa en una porter o stout. La avena arrollada aporta un "Mouthfeel" suave, sedoso y una alta cremosidad. Se deben usar entre 230-900 g para una preparación de 19 Litros, la avena debe de ser macerados con la malta base.

Copos de maíz: El maíz en copos es un adjunto común en las Bitters y Milds Inglesas y fue muy usado en las lager ligeras americanas, usando el maíz se aclara el color de la cerveza reduciendo también el cuerpo de la misma sin interferir en el sabor, en proporciones que van de 230-900 g por 20 litros, se debe de macerar junto con la malta base (Palmer, 2006).

1.5.2.2. Objetivo del malteado.

El almidón presente en forma de grano es el más importante de los carbohidratos, para el caso industrial es preciso degradarlo enzimáticamente, para ello se gelatiniza previamente por la acción del calor o someterlo a un intenso trabajo mecánico, debido a que la temperatura de gelatinización del almidón se da en 52-59°C y en la germinación solo se llega a 15°C, las enzimas que se encargan de degradarlo, las amilasas, trabajan durante el macerado sin una gelatinización previa (Hough, 1990).

1.5.3. El agua.

El agua compone en un 90% la cerveza y por eso no es irrelevante cuál es su composición química o sus características (Riquelme, 2013).

Para elaborar cerveza se necesita básicamente agua potable y sin cloro, pero dentro de estas generalidades existen distintos tipos de aguas, según la cantidad y los distintos tipos de sales y minerales que estas tengan, cada una afectará de manera diferente el pH o el sabor y color de la cerveza que están produciendo (Riquelme, 2013).

Dependiendo del tipo de cerveza a fabricar es el tipo de agua a usar, por ejemplo para elaborar cerveza oscura y con baja cantidad de lúpulo, pueden emplearse aguas muy duras (Reyes, 2005). Para elaborar las Pilsen de Republica Checa, las lagers americanas así como la mayoría de las cervezas comerciales, se usan aguas muy blandas, es decir con una cantidad mínima de sales, ya que esto las

ayuda a alcanzar el color que necesitan junto con un amargo mayor; aguas muy duras o con más sales y minerales, favorecen a producir Bitter y Pale Ale (Riquelme, 2013).

Por otro lado, las cervezas que tienen mayor dulzor y son de color más oscuro, se producen con aguas similares a las que hay en Irlanda y Londres, las cuales son bajas en sulfato de calcio, pero altas en carbonato de calcio (Riquelme, 2013).

1.5.3.1. Composición del agua para cerveza.

Las sales que se encuentran presentes y que menos influyen en la cerveza son el cloruro de sodio y de potasio, así como nitrato de sosa, potasa y magnesia; pero los carbonatos y los silicatos alcalinos, así como las sales orgánicas de potasa y sosa, favorecen la disolución de las materias albuminoideas presentes en el grano, combinándose sus bases con los ácidos lácticos y fosfáticos de modo que se produce en la cerveza una cantidad correspondiente de lactatos y fosfatos que mejoran la bebida (Reyes, 2005).

Los carbonatos de cal y magnesia, yeso o sulfato de cal, ejercen efecto contrario, provocan que las sustancias albuminoideas sean menos insolubles, evitando un remojo total de grano, de igual forma al momento de fermentar, impiden una reproducción saludable de los fermentos (Reyes, 2005).

Dentro de la necesidad de tener principalmente iones de calcio y bicarbonato están las siguientes:

*Estabilizan la α y β amilasa, principales degradadores del almidón durante el macerado.

*Reducen el pH, por lo que las cervezas elaboradas con estos iones resultan ser menos astringentes y menos coloreadas.

*Hacen que las levaduras y coágulos floculen mejor, logrando una fácil clarificación del producto.

Dependiendo el estilo de cerveza a elaborar, o los atributos que se quieran ejercer, puede ser usada agua que no cumpla con lo anterior (Hough, 1990).

1.5.4. El lúpulo.

El lúpulo empleado corrientemente en cervecería, *Humulus lupulus*, se sitúa botánicamente en la familia *Cannabaceae* de plantas con flores, la cual, a su vez, pertenece al orden *Urticales*. El *humulus lupulus* es una planta perenne trepadora, el cual crece en Alemania únicamente en zonas con buen clima, en Hallertau; actualmente se cultiva en climas templados y resiste el invierno en forma de cepa (Hornsey, 2003).

Es una planta que para ser cultivada se le disponen soportes construidos de madera, llegando a medir hasta 7 m de altura, donde el crecimiento es rápido y vigoroso. El uso del lúpulo cumple en la cerveza diversos cometidos:

- *Precipita las proteínas, por lo que actúa como clarificante.
- *Favorece la formación de espuma.
- *Confiere a la cerveza su agradable sabor amargo.
- *Favorece la conservación de la cerveza (Hornsey, 2003).

La parte útil de esta planta es el cono femenino, si seccionáramos la planta podríamos observar las características siguientes (Figura 4).

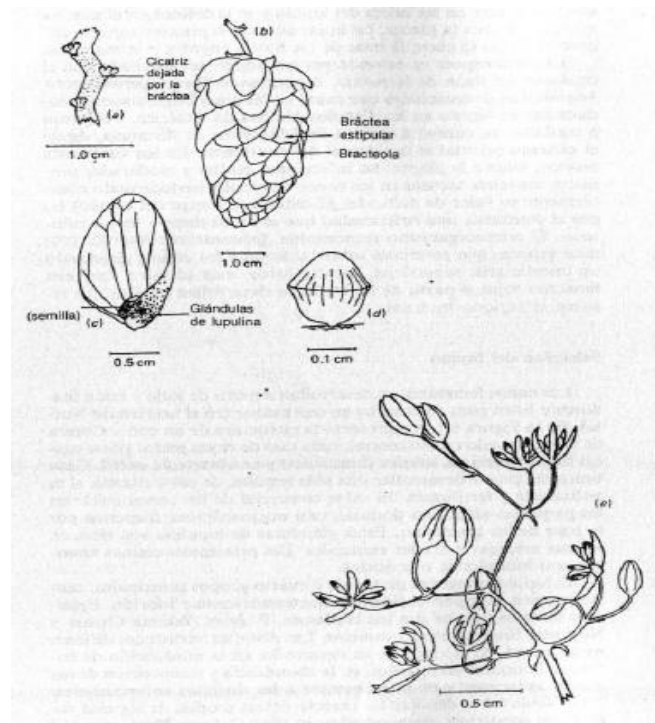


Figura 4. Detalles de la inflorescencia del lúpulo

Es en las glándulas de lupulina donde se encuentran todas las resinas amargas (humulonas o α ácidos) y aceites esenciales (aroma) que se necesitan en la cerveza.

1.5.4.1. Procesamiento.

Una vez cosechados los lúpulos, por el medio que sea, deben de desecarse para ser desecado lo antes posible; se lleva a cabo en hornos especiales para lúpulo, en los cuales se hace pasar aire caliente (60-65°C) sobre la cosecha durante 10 horas, priorizando el cuidado en la velocidad del aire y la temperatura del mismo (Figura 5). Cuando son cosechados los lúpulos tienen un contenido de humedad que oscila entre 75-80 %, el cual debe ser reducido al 10% para poder ser almacenados por algún tiempo no muy prolongado, a temperaturas de 4°C para evitar la pérdida de aroma y resina. Una vez terminada la desecación los lúpulos se empaquetan en sacos conocidos como balotes, los cuales con 2 m de longitud por 0.6 m de diámetro contienen 76 Kg de lúpulo, esto en el caso del Reino Unido,

en Estados Unidos lo hacen con 90.7 Kg de lúpulo siendo en ambas rectangulares; la medida estándar para peso comercial de lúpulos es el Zentner, equivalente a 50 Kg (Hornsey, 2003).

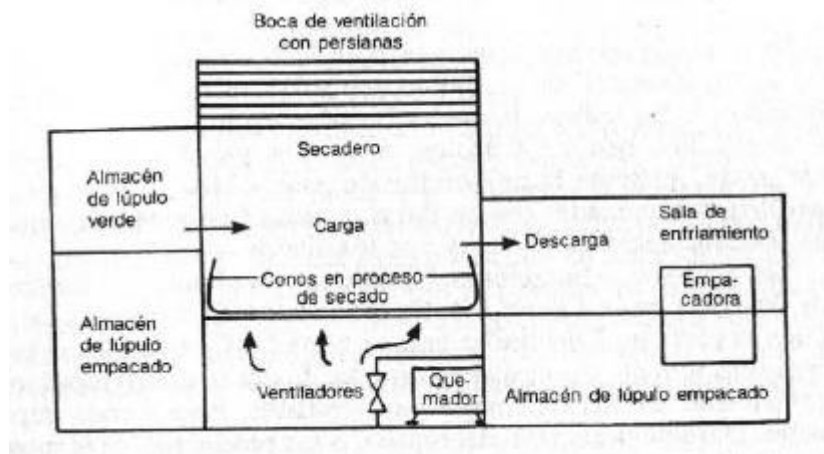


Figura 5. Vista vertical de un horno para lúpulo (Hornsey, 2003).

1.5.4.1.1. Productos del lúpulo.

Los principales productos producidos son los polvos de lúpulo, los pellets comprimidos de lúpulo y los extractos de lúpulo.

La presentación más usada es en pellets, siendo el estándar del tipo 90, donde es desecada la muestra de lúpulo hasta un 7% de humedad, molturándolo, homogeneizándolo, pelletizándolo a presión, enfriándolo y empaquetándolo al vacío, posteriormente está el pellet tipo 100 donde los pellets no se han desecado de nuevo antes de molerlos.

Dependiendo la necesidad del cervecero este puede recurrir a algunos de los siguientes extractos:

Extractos convencionales: Se añaden de la misma manera a la caldera como con las hojas de lúpulo, dándole la ventaja al cervecero de tener un producto uniforme. Recientemente se han desarrollado calderas para producir extractos pre-isomerizados, lo cual permiten reducir los tiempos de ebullición de la planta, ayudando así a un mejor aprovechamiento de los- α -ácidos.

Extractos isomerizados: Proceden de extractos con dióxido de carbono líquido, para la isomerización se realiza un calentamiento por solución acuosa de alcalí, para producir la sal correspondiente como lo es la potásica. El uso de extractos isomerizados es con el fin de aportar amargo post fermentación.

Extractos especiales: el contenido de aceite esencial normalmente suele encontrarse en el rango dl 3-8% v/p, aunque este puede aumentar, haciendo pasar dióxido de carbono líquido a través de una columna de lúpulos pulverizados, encontraron que la primera fracción eluida contenía principalmente aceites esenciales, un 78% de extracción en 30 min, estos extractos se comenzaron a utilizar para impartir sabores de lúpulo a los barriles de cerveza.

Los iso- α -ácidos junto con los β son muy sensibles a la luz, especialmente en el rango de 350-500 nm. A esta longitud la luz atraviesa fácilmente el vidrio transparente y verde de las botellas, y causar olores nauseabundos. A este efecto se le conoce como "golpe solar, químicamente ocurre que las cadenas laterales del iso- α -ácido es escindida y que el radical liberado, se combina con compuestos que contienen azufre formando 3-metil-2-butene-tiol (MBT), al tener un umbral de olor del umbral de partes por trillón, siendo una de las sustancias más activas del aroma de la cerveza, para reducir esta sensibilidad a la luz se añaden pares de átomos de hidrogeno catalíticamente al α -ácido isomerizados, dando como resultado un dihidro-,tetrahidro-y hexahidro-iso- α -ácidos, siendo no sensibles a la luz, e incluso los dos últimos ayudando a la estabilidad de la espuma (Hornsey, 2003).

1.5.4.2. Variedades de lúpulo.

Por su ubicación geográfica se clasifican en:

- 1.- Centro europeo.
- 2.- Europeo occidental.
- 3.- Norteamericano.
- 4.- Híbrido.

Actualmente existen más de 120 variedades de lúpulo alrededor del mundo las cuales se clasifican en tres categorías, según la función requerida en cervecería: a) lúpulos aromáticos, b) lúpulos alfa y c) lúpulos de doble finalidad (Bryant, 2012).

1.5.4.3. Constituyentes del lúpulo.

En términos generales, una muestra de lúpulo comercial debe tener la composición que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Constituyentes del lúpulo por cada 100 g.

Componente	Porcentaje de la muestra
Agua	10.0
Resinas totales	15.0
Aceites esenciales	0.5
Taninos	4.0
Pectina	2.0
Lípidos y ceras	3.0
Monosacáridos	2.0
Proteínas (N*6.25)	15.0
Aminoácidos	0.1
Celulosa y lignina	40.4
Contenido en ceniza	8.0

Con la invención de la detección por fotometría de llama, así como las técnicas cromatografías de gases y la espectrometría de masas, permitieron la detección de muchos compuestos volátiles, de los cuales los principales grupos hallados hasta ahora son tioles, sulfuros, polisulfuros, tioésteres y tiofenoles. En el aceite de lúpulo se han encontrado más de 30 compuestos conteniendo azufre. La importancia de los compuestos azufrados, radica en el contenido de aroma que aportan los alquil-sulfuros y los polisulfuros; participando principalmente en los

aromas suaves de las cervezas lager (Hornsey, 2003).

1.5.5. Levadura.

La levadura es esa parte viscosa del depósito que tiene lugar en las cubas o barriles del mosto que se somete a fermentación (Pasteur, 1879).

Las levaduras son hongos unicelulares que se reproducen por gemación (Hough, 1990). Estas están muy extendidas en la naturaleza, siendo utilizadas por el hombre en la fabricación de alimentos y productos, por ejemplo pan, cerveza y vino (Vogel, 2003).

El trabajo de la levadura consiste en digerir todos los azúcares y proteínas del mosto cervecero, transformándolo por efecto de su metabolismo en otro líquido ahora, hidroalcohólico completamente distinto llamado mosto rico en aroma y sabores relacionado con sus ingredientes y con el tipo de fermentación desarrollada (Inaraja y Soriano, 2009).

Las levaduras comprenden 39 géneros y 350 especies; se identifican y clasifican basándose en características morfológicas y fisiológicas; morfológicamente se clasifican por tamaño y la forma de la célula, modo de reproducción, formación de velo en la superficie o sedimentación en el medio donde se cultiva. En características fisiológicas consideradas son si puede crecer en un determinado carbohidrato y si puede o no utilizar algunas fuentes de nitrógeno (Hough, 1990).

Las células de las levaduras pueden ser ovales, esféricas, pueden dividirse mediante gemación, hay otras que forman en medio sólidos filamentos ramificados o no, denominados pseudomicelio, unos más ofrecen micelios muy similares a los de los mohos (figura 6) (Hough, 1990).

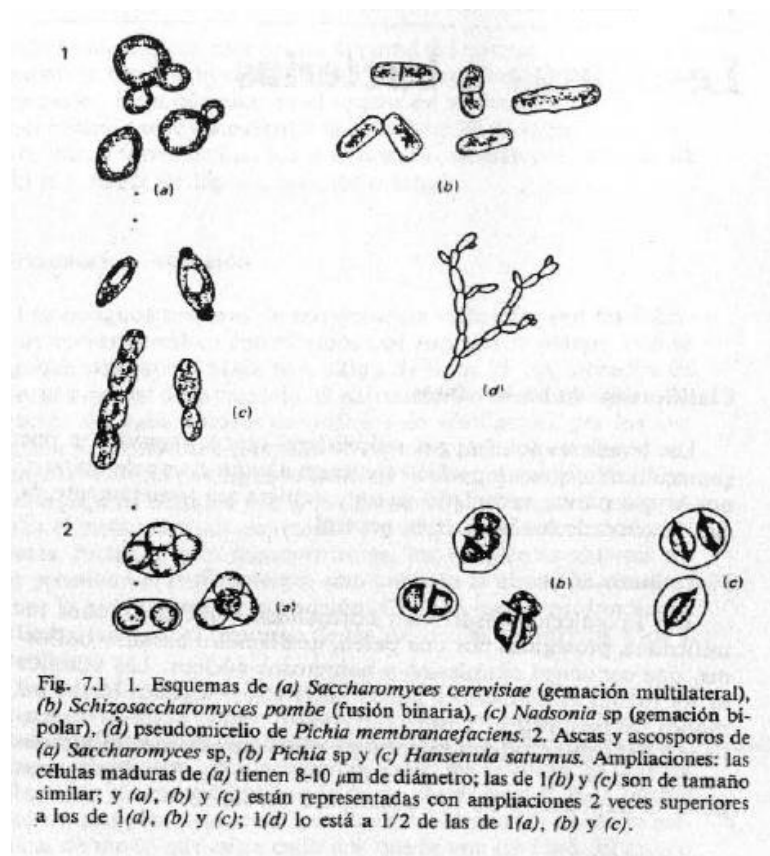


Figura 6. Esquema de las levaduras (Hough, 1990).

Para caracterizar fisiológicamente a las *Saccharomyces* y que ayuda a su identificación es que no utiliza el nitrato como fuente de nitrógeno; *Saccharomyces cerevisiae*, se distingue de *Saccharomyces carlsbergensis*, la otra levadura de cerveza, en la que la primera no fermenta la melibiosa y la segunda si, ambas utilizan galactosa, todas las especies de *Saccharomyces* fermentan la maltosa, que únicamente no es usada por *S. capensis* (Hough, 1990).

Una cerveza puede fermentarse incluso con levadura de panadería por ejemplo, e incluso de vino, pero el resultado de fermentar con otro tipo de levaduras extrañas es muy distinto al alcanzado con levaduras de cervecería, formando productos secundarios que pueden dar aromas y sabores desagradables (Vogel, 2003).

Para la elaboración de cerveza se utiliza casi sin excepción levadura de cerveza, de la cual existen dos clases distintas, las levaduras de fermentación en superficie (altas) y en profundidad (bajas) (Vogel, 2003).

1.5.4.1. Necesidades nutritivas de las levaduras.

Las necesidades para el desarrollo global de las levaduras de cervecería son:

1. Una fuente carbonatada de energía, conocida como azúcares fermentables.
2. Una fuente de nitrógeno.
3. Factores de crecimiento (vitaminas).
4. Iones inorgánicos (otros elementos).
5. Oxígeno (especialmente durante la primera fase de fermentación).
6. Agua.

1.6. ¿Cómo hacer una cerveza?

De acuerdo a Puga (2011) “el proceso que involucra preparar una cerveza consta de los siguientes pasos:

1.6.1. Molienda.

Moler la malta seleccionada para el estilo de cerveza que se elaborará, se dice que se molerá groseramente, a un punto donde la cascarilla está abierta y el almidón no se haga harina.

1.6.2. Macerado.

Macerar los granos, sumergiéndolos en agua a una temperatura aproximada de 75°C, para presentar una temperatura final de 65°C durante 60 a 80 min y con eso comenzar con la acción enzimática para degradar el almidón en azúcares fermentables. La cantidad de agua a utilizar va en relación a por cada kilogramo de malta, serán 3 litros de agua. Después del tiempo de maceración, se eleva la temperatura hasta los 75°C para detener la acción enzimática.

1.6.3. Lavado de mosto.

Esto se hace, filtrando el agua del macerado y volviéndola a añadir a la malta, esto con la finalidad de obtener la mayor cantidad de azúcares fermentables posibles. El lavado se hace hasta tener una densidad de acuerdo al estilo de cerveza a elaborar. Se añadirá 2 litros de agua por uno de malta, para tener la cantidad final de agua para la recirculación.

1.6.4. Hervido.

Este proceso es para precipitar proteínas y vaporizar aromas indeseables.

1.6.5. Lupulizado.

Una vez comienza a hervir el mosto, dependiendo el estilo de cerveza a elaborar, se añadirá el lúpulo, para impartir aromas característicos, precipitar proteínas y servir como conservador.

Una vez concluida el hervido del mosto, se filtrará el producto y se enfriará como más convenga, a una temperatura de 25 a 30° C.

1.6.6. Oxigenado de mosto.

Esto es para que cuando se le añada la levadura esta encuentre un ambiente propicio para iniciar su reproducción.

1.6.7. Fermentado.

Ocurre entre 4-7 días, para conocer si el producto está listo, se toma una muestra y se le mide la densidad final, si ha disminuido y se encuentra en el rango que marca el estilo de cerveza ha concluido la fermentación.

Activar la levadura y antes de añadirla revisar densidad inicial, esto para comparar en tablas y conocer la cantidad de volumen de alcohol final. Añadir la levadura y colocarla de acuerdo al estilo de cerveza en un lugar adecuado para fermentar a la temperatura indicada para ese estilo. Colocar una trampa para oxígeno conocido como airlock para sacar el CO₂ generado y evitar la entrada de oxígeno al mosto.

1.6.8. Envasado.

El llenado se lleva a cabo en botellas estériles, procurando dejar un espacio entre la boca de la botella y el líquido de 2 centímetros. Usando agua con azúcar para inducir la carbonatación y con este proceso otorgarle a la bebida el gas carbónico que industrialmente se inyecta por un carbonatador, añadiendo en proporción 120 g de azúcar en 200 ml de agua por cada 20 litros de producto terminado.

Madurar el producto durante 1 semana.”

1.7. El nopal y la tuna.

Uno de los íconos más representativos de la cultura mexicana es el nopal, parte importante del legado de nuestros pueblos prehispánicos (Méndez y García, 2006).

Los primeros pobladores que actualmente conforman México, desde su llegada a zonas donde se encontraba el nopal, encontraron en esta planta un recurso importante para su subsistencia, generando movimientos migratorios en temporadas de fructificación para aprovechar el fruto y otras partes de la planta como alimento (Fernández, 2007).

El nopal (*Opuntia spp*) siempre ha sido parte importante de los procesos y la cultura mexicana, por lo que se ha convertido en un producto de gran tradición y simbolismo, así se registran referencias al nopal en la mitología antigua y posteriormente en la gran Tenochtitlan; en nuestros días forma parte del escudo nacional, como vinculo ancestral del pueblo mexicano y esta noble planta (Fernández, 2007).

Nuestro país tiene la mayor diversidad y abundancia en especies (alrededor de 80) y cultivares (150 aproximadamente) de nopal a nivel mundial, por lo cual se considera a México como centro de origen y dispersión de esta planta (Méndez y García, 2006).

1.7.1. Características del nopal.

La especie *O. ficus indica* se caracteriza por ser plantas de crecimiento arborescente, arbustivas, suculentas, rastreras, bien ramificadas, pudiendo alcanzar de 3 a 5 metros; posee un sistema superficial carnosos, sus raíces dependiendo del tipo de cultivo que se le dé pueden ser, profundo si se maneja con abono y buen riego, superficial si es en estado salvaje teniendo así mayor captación de agua (Bedregal, 2010).

Dentro de la planta está presente el cladodio, el cual posee gran capacidad para retener agua, en él se transforma la luz en energía química, realizando la fotosíntesis, en este tallo modificado se desarrollan las aréolas por ambas caras del cladodio, dando origen a nuevos cladodios, flores o raíces según las condiciones; las espinas crecen en el primer momento de crecimiento, luego la mayoría se caen a medida que aumenta la temperatura, dando origen a la función principal que es condensar el agua del aire y disminuir la temperatura diaria del tallo (Bedregal, 2010).

1.7.2. Beneficios del nopal.

Esta verdura destaca por ser económica y de fácil acceso, así como un sin fin de propiedades nutritivas en las cuales destacan:

*Aporte de fibra soluble e insoluble.

*Poder hipoglucemiante.

*Protector natural contra diabetes y osteoporosis (Anónimo, 2011).

1.7.3. La tuna.

Las tunas pertenecen a la familia de las *cactáceas* del género *Opuntia*, especie *ficus indica*; la taxonomía de las *Opuntias* es muy compleja debido a que el fenotipo varía según las condiciones agroecológicas del lugar, además de la existencia de muchos híbridos, es por eso que solo un trabajo de campo intensivo permitiría identificarlas claramente (Bedregal, 2010).

Las flores en esta planta son hermafroditas, sésiles, solitarias, de color variable de naranja a amarillo y es efímera, su fruto es clasificado como una baya, dulce, jugosa, comestible y cuyas dimensiones varían de 5-10 cm de largo y 4-8 cm de ancho (Bedregal, 2010).

De la totalidad del fruto, el componente principal es agua, presente en el 85 al 90%, el porcentaje restante pertenece a otros componentes, como sólidos totales, proteínas, fibra, azúcares, pH, fósforo, hierro, entre otros (ver Tabla 4), los cuales varían según el género, los sólidos solubles aumentan a medida que crece el fruto, al igual que la vitamina C, no así la acidez, la cual permanece constante al avanzar la madurez, con un valor de 6,0 aproximadamente. El alto contenido de sólidos solubles y del pH hace que prevalezca el crecimiento de microorganismos en la pulpa. Los contenidos de proteínas varían entre 0,21 a 1,6%, el de grasa es de 0,09 a 0,7%, el de fibra es de 0,02 a 3,15% y finalmente el de ceniza es de 0,4 a 1% (Bedregal, 2010).

Tabla 4. Contenido nutricional de la tuna

Contenido nutricional de la tuna (porción de 100 g de pulpa fresca)					
Nutriente	Unidad	Valor	Nutriente	Unidad	Valor
Agua	g	87.5	Magnesio	mg	85.0
Energía	Kcal	41.0	Fósforo	mg	24.0
Proteína	g	0.7	Potasio	mg	220.0
Grasas	g	0.5	Sodio	mg	5.0
Carbohidratos	g	9.6	Vitamina A	UI	51.0
Calcio	mg	56.0	Vitamina C	mg	14.0

La cáscara, que corresponde a la parte no comestible del fruto, por lo que a menor peso de esta, mayor será la calidad del fruto. Durante la primera semana después de floración es mayor el crecimiento de la cáscara que el del tejido que origina la pulpa, situación que luego se revierte y el lóculo empieza a expandirse, especialmente los últimos 30 días del desarrollo del fruto, por lo que es fundamental el aporte hídrico en esta etapa (CEZA, 2011).

La pulpa pertenece a la porción comestible del fruto con 90% y el funículo con el 10%. Los ácidos orgánicos están presentes en rangos muy bajos y prácticamente no influyen en el sabor. La pulpa se compone mayoritariamente de agua con un 83%. Durante la cosecha los rangos de sólidos solubles fluctúan entre 10-17 °Brix, siendo el óptimo 13-15 °Brix. Además, es frecuente encontrar casos de poliploidía, ya que se reproducen en forma sexual o asexual y existen numerosos híbridos interespecíficos, lo que complica más su clasificación (CEZA, 2011).

Las semillas de la tuna son de forma discoidal, poseen testa reticulada y arilo lateral angosto. Se encuentran de 100 a más de 400 semillas por fruto, con diámetro de 3 a 4 mm. Se diferencian en semillas viables y abortivas (35-40% del total). Una de las características más importantes que presenta la semilla abortiva es que su envoltura funicular es capaz de desarrollar pulpa, al igual que la

envoltura de semillas normales. En un fruto maduro las semillas abortivas se distinguen por su tamaño pequeño y color pardo claro, en contraste con las semillas normales que son de mayor tamaño y de color oscuro (CEZA, 2011).

La tuna tiene una característica muy importante en la época de madurez, ya que una vez cosechado éstos no maduran, debiendo tener cuidado en el tiempo que se procederá a la etapa de cosecha. Si bien no existe un índice de cosecha establecido para estas especies, se deja a criterio de cada agricultor, según las características del fruto, la del lugar y el tiempo de cosecha, ya que la composición química del fruto varía también según la zona del cultivo (González *et al.*, 1999).

1.7.4.1. Producción nacional de tuna.

Una de las grandes ventajas que posee nuestro país en la producción de tuna en la riqueza genética del nopal, esta permite ofrecer al mercado productos con una diversidad de tonalidades (rojo, blanco, amarillo) (Méndez y García, 2006).

Las zonas de mayor producción se localizan en las regiones sur, centro y centro-norte, que incluyen Puebla, Estado de México, Hidalgo, Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí; dichos estados proporcionan cerca del 95% de la producción nacional de tuna. El rendimiento más alto en la producción de tuna en 2009 la alcanzó el estado de Durango, con 20 ton/ha, más del doble del promedio nacional. Es importante mencionar que Durango ocupa el onceavo lugar en producción de tuna en México. En segundo lugar tenemos a Puebla, que alcanzó ese año un rendimiento de 17.2 ton/ha y que ocupa el tercer lugar en la producción nacional (FIRA, 2011).

La planta y sus frutas toman diferentes nombres de acuerdo al país de donde se encuentra, así bien el nombre de la tuna en lengua náhuatl es “nochtli”; no obstante los españoles la rebautizaron al nopal como chumbera y al fruto como higo de las indias (Abraján, 2008).

1.7.4.2. Propiedades de la tuna.

En cuanto a las propiedades benéficas, la tuna posee un valor nutritivo bastante alto, algunas de las propiedades a las que se hace acreedora son por ejemplo, disminuir el colesterol, debido a la fibra que contiene, ayuda a bajar el nivel de azúcar en la sangre, recomendado contra úlceras debido a la reducción de producción de ácido gástrico; prevención del cáncer debido a sus cualidades antioxidantes. Esto marca que este fruto tiene grandes opciones para ser consumido y razones sobran (FIRA, 2011).

1.7.4.3. Variedades de tuna.

Las principales variedades de tuna cultivadas en México son *Opuntia amyclaea* (Figura 7), *O. ficus indica* (Figura 8), *O. joconostle*, *O. megacantha* (figura 9) (Lozada, 2007). La selección del fruto depende de la finalidad que se persigue, por ejemplo si la tuna se va a industrializar, se buscan frutos cuyo contenido de azúcar se alto, así como un buen sabor o bien se pueden escoger variedades de cascara gruesa y maciza (Lozada, 2007).

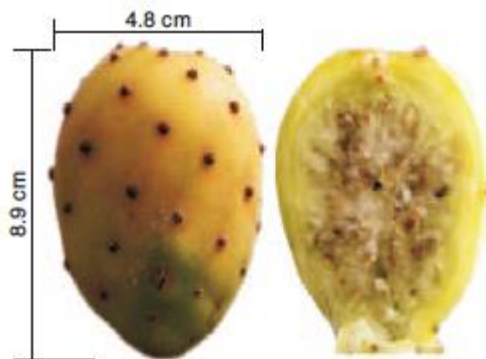


Figura 7. *Opuntia amyclaea* o Blanca, originaria de Nuevo Leon (Lozamárquez, 2006).

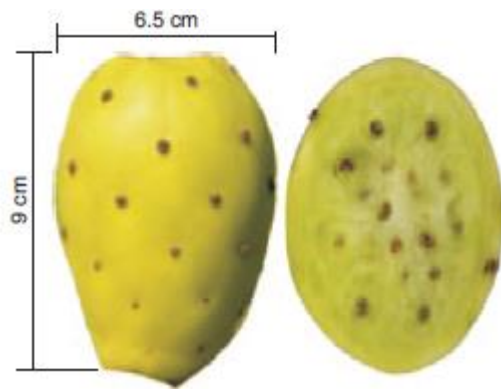


Figura 8. *O. ficus indica*, o Cristal originaria de Zacatecas (Lozamárquez, 2006).

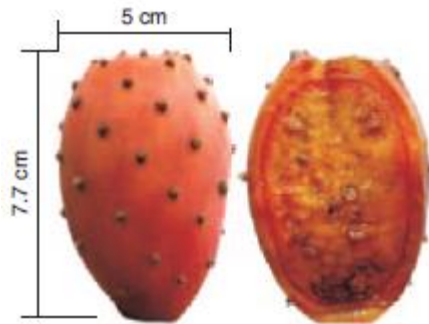


Figura 9. *O. megacantha* o tuna amarilla, originaria de Zacatecas (Lozamárquez, 2006).

1.7.4.4. Composición química de frutos de *Opuntia*.

En la Tabla 5 se muestra la composición química entre la cascara, pulpa y la semilla de las variedades de *Opuntia*, notando que predominan los carbohidratos.

Tabla 5. Composición química en los frutos de *Opuntia* (Lozada, 2007)

	Cáscara % p/p (b.h.*)	Pulpa % p/p (b.h.*)	Semilla %p/p (b.h.*)
Humedad	82-87	85-90	----
Cenizas	.40-1.91	0.2-0.3	1.8
Proteínas	0.35-0.51	0.5-1.0	10.3
Grasas	0.39	0-0.59	5.2-11.5
Fibra cruda	1.27	0.27	46.4
Azúcares reductores totales	4.15-4.99	8.7-11	----
Azúcares reductores directos	0.15	2-6	----
Acidez como ácido cítrico	0.729	0.052	0.084
pH	-	5.35	----

1

¹ * b.h. = Base húmeda

2. METODOLOGIA.

2.1. Cerveza a elaborar.

Después de revisar la literatura, se buscó crear una cerveza que tenga los ingredientes necesarios para resaltar el sabor y aroma que la tuna puede brindar, para ello se realizó lo siguiente:

Agua: Para obtener una cerveza ligeramente dulce y cremosa se utilizó agua purificada de la marca ESUagua. El agua empleada tiene una dureza de 20 ppm, presenta una cantidad de sólidos disueltos de 35 ppm y es libre de cloro (Anexo 1).

Lúpulo: la variedad Cascade fue elegido, con un contenido de α ácidos de 4.5-7% (Anexo 2), brinda propiedades florales, cítricas y aromas suaves, esto para no interferir con el aroma de la tuna.

Levadura: levadura comercial Safale s-04 de la marca "Fermentis" la cual brinda una fermentación rápida con capacidad de formar un sedimento compacto, teniendo así una cerveza limpia.

Maltas: malta base, para generar la mayor concentración de azúcares fermentables; malta chocolate para dar color y ligero sabor; malta carapils y avena desdoblada para brindar cremosidad y cuerpo a la cerveza; malta caramelo 60 para dar aroma y dulzor. Las maltas antes citadas fueron obtenidas a granel de la marca "*Great Western Malting*" del proveedor "Todo malta".

Jugo de tuna: para obtener el jugo de tuna se empleó tuna cristal del proveedor LVF Group Latin Fruits and Vegetables empleando el método descrito en el Anexo 3

2.2. Insumos.

Para poder evaluar el efecto que tiene el jugo de tuna en el aroma y sabor de la cerveza, la adición o no de avena para aumentar el cuerpo de la misma y el empleo de azúcar o jugo de tuna para carbonatar la cerveza, se elaboraron 3 formulaciones principales, cada una de estas formulaciones con dos tratamientos distintos, en la Tabla 6 se muestran las variaciones en las formulas con sus tratamientos. Por lote de Fórmula se elaboró 1 litro de producto.

Tabla 6. Formulaciones con sus respectivos tratamientos, mostrando variaciones

Insumos	Fórmula 1		Fórmula 2		Fórmula 3	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Malta base	250 g	250 g	250 g	250 g	125 g	125 g
Malta chocolate	25 g	25 g	25 g	25 g	5 g	5 g
Malta munich	----	----	----	----	125 g	125 g
Malta caramelo	22.5 g	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Malta carapils	12.5 g	12.5	12.5	12.5	----	----
Avena	----	----	----	25 g	25 g	25 g
Jugo de tuna para fermentar	200 mL	----	200 mL	200 mL	300 mL	300 mL
Azúcar para carbonatar	6 g	----	6 g	6 g	6 g	----
Jugo de tuna para carbonatar	----	200 mL	----	----	----	6 mL
Levadura	0.55 g	0.55 g	0.55 g	0.55 g	0.55 g	0.55 g
Lúpulo	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g

2.3. Fórmula 1.

Descripción:

El proceso de elaboración en estos tratamientos es distinto en la adición de jugo de tuna, el tratamiento 1 tuvo jugo de tuna antes de comenzar con la fermentación, con el tratamiento 2, el jugo se añadió al momento de envasar para inducir la carbonatación. Al realizar dos tratamientos se conoció mediante que tratamiento el sabor y aroma del jugo de tuna permanecen y son más notorio, si es que esto ocurre.

2.4. Fórmula 2.

Descripción:

Para esta Fórmula los tratamientos variaron en el uso de avena y el efecto en el cuerpo de la cerveza, para el tratamiento 1 no se añadió avena al momento de macerar, si se añadió jugo de tuna antes de comenzar a fermentar y se carbonató con azúcar, para el tratamiento 2 se añadió avena en el macerado, añadiendo jugo de tuna antes del fermentado y carbonatado con azúcar. Al añadir la avena arrollada en el macerado, se espera una adición de almidón junto con una cremosidad extra para esta cerveza.

2.5. Fórmula 3.

Descripción:

Esta Fórmula se elaboró en base a lo que se comenta en la sección de resultados estableciendo una reducción en la cantidad de malta chocolate, el empleo constante de avena y una reducción en la cantidad de jugo para carbonatar, teniendo así dos tratamientos donde se evaluará si la carbonatación será inducida por azúcar en el tratamiento 1 o por jugo de tuna en el tratamiento 2.

Al reducir la cantidad de jugo de tuna, se espera tener una carbonatación adecuada y aumentar o no el aroma y sabor a tuna en la cerveza.

2.6 .Materiales.

Para la elaboración de las Fórmulas y sus distintos tratamientos, así como para la obtención y procesamiento del jugo de tuna se emplearon materiales del laboratorio de alimentos, proporcionados por la Facultad de Ingeniería Química de la BUAP, los complementos se muestran en el Anexo 5.

2.7. Métodos.

Para realizar los cálculos volumen de alcohol expresado en ABS, el cálculo de amargor expresado en IBU's, el color de la cerveza usando el SRM y el cálculo de azúcar para carbonatar se presentan los siguientes métodos:

2.7.1. Volumen de alcohol.

Para el cálculo del Volumen de alcohol se usa la ecuación citada por Ornelas (2014)

$$\%ABV= (\text{Densidad inicial} - \text{Densidad final}) * 131$$

Dónde: %ABV= Porcentaje de absorbancia, que corresponde directamente al porcentaje de alcohol.

Con la anterior se calcularon todos los porcentajes de alcohol de las Fórmulas elaboradas.

2.7.2. Amargor expresado en IBU.

Según Vogrig (2004) el cálculo del amargor se hace de la siguiente forma:

$$(\text{IBU's} = \text{Plu} * \% \text{AA} * \% \text{U}) / (\text{Lm} * 10)$$

Donde:

Plu es el peso del lúpulo usado en g

AA% son los α -ácidos que posee el lúpulo adicionado

Lm son los litros de mosto elaborados

%U es el porcentaje de utilización de lúpulo presentado en la Tabla 1.

Lo anterior sirvió para calcular el porcentaje de amargor de todas las Fórmulas

2.7.3. Cálculo del color de cerveza usando SRM

El cálculo del color de las Fórmulas elaboradas se realizó por el SRM (Gigliarelli, 2014) usando la siguiente ecuación:

$$\text{SRM} = 12.7 * A430$$

Donde:

SRM es el color presente en la cerveza a una absorbancia de 430 nm. (A430)

2.7.4. Cálculo de azúcar para carbonatar.

Para obtener la carbonatación adecuada, Aftyka (2006) menciona el empleo de 5 g por litro de producto elaborado.

2.8 Diagrama de flujo

La Figura 10 muestra el diagrama de flujo del proceso general para elaborar cerveza. En las secciones siguientes se explicará a detalle los pasos de la elaboración de cerveza para cada Fórmula.

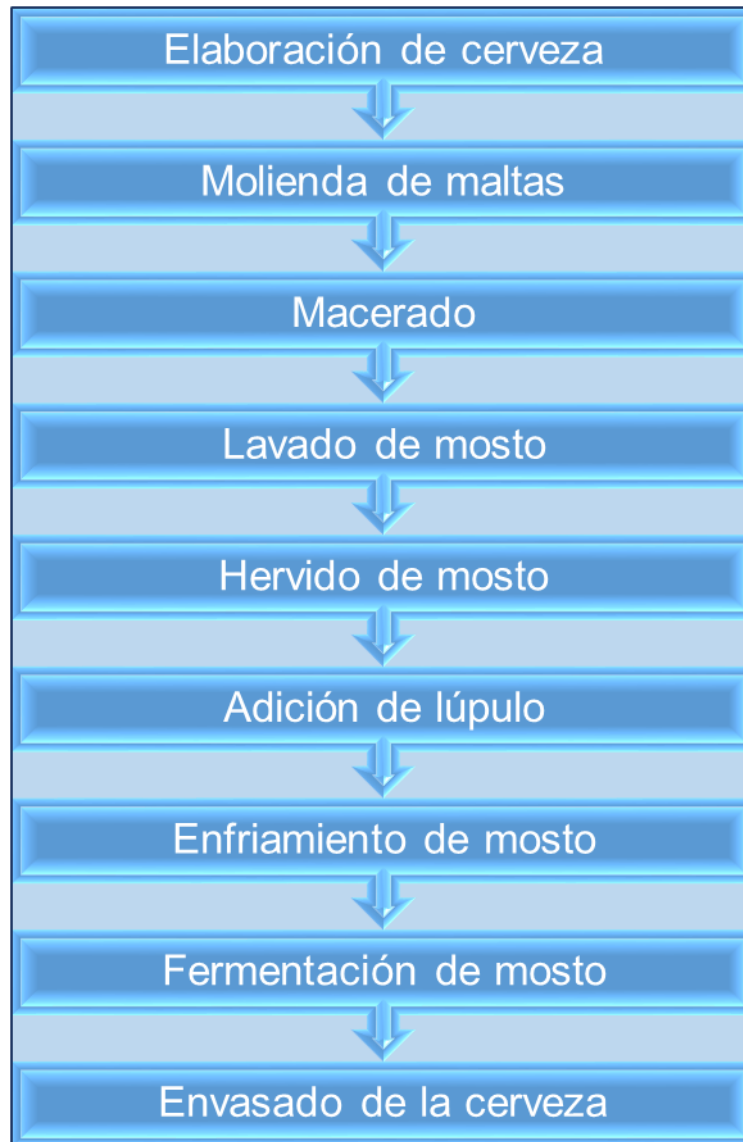


Figura 10. Diagrama de flujo para elaborar cerveza

2.8.1 Elaboración de las Fórmulas

De acuerdo a lo que describe Puga (2011) el proceso de la elaboración de la cerveza se realizaron los pasos que se describirán a continuación,

2.8.1.1. Molienda.

En la báscula se pesaron las maltas y dependiendo la Fórmula y tratamiento también la avena.

Una vez pesadas todas las maltas, empleando el molino de grano comenzaron a ser molidas, iniciando de mayor a menor cantidad, excluyendo la avena, (ya que esta se añade directamente al macerado); para obtener el molido adecuado se realizó de manera lenta, dando tiempo a que en los granos se rompiera la cascarilla y brotara el almidón, sin llegar a hacerlo harina. Mientras se realizaba el molido de las maltas se colocó 1.5 L de agua en una olla con capacidad de 5 litros y se comenzó a calentar por un tiempo de 15 minutos.

2.8.1.2. Macerado.

Cuando el agua alcanzó la temperatura de 78°C se retiró del calor, añadiendo las maltas molidas (dependiendo la Fórmula y tratamiento se añadió la avena), al realizar este paso la temperatura descendió hasta 68°C y así comenzó la acción enzimática; el tiempo de macerado se estableció en 60 minutos. Tiempo durante el cual la temperatura se mantuvo en el rango de 65°C a 68°C.

2.8.1.3. Lavado.

En otra olla de las mismas dimensiones que la empleada para el macerado, se vertieron 1.5 L de agua elevando la temperatura de esta hasta llegar a 30°C, una vez concluido el tiempo de macerado el lavado del grano se dio de la siguiente manera:

1. En la olla vacía donde se había calentado el agua, se extendió una bolsa de

- manta, para verter el macerado y el grano de la otra olla.
2. Se vació el mosto junto con el grano en la bolsa colocada en la olla vacía.
 3. Sujetando la bolsa de la parte superior donde entro el grano, se cerró y se levantó dejando escurrir el mosto a través de ella, teniendo la mayor cantidad de mosto permeado, se colocó la bolsa ahora en la olla que antes habría tenido el mosto con el grano, este se tomó como la primera circulación.
 4. Siguiendo el paso anterior se procedió a realizar una segunda circulación de mosto a través del grano y la bolsa, segunda circulación.
 5. Se repitieron los pasos anteriores procurando que el mosto bañara en su totalidad el grano y valiéndose de una pala de metal se homogenizaba en cada recirculación.
 6. Se recirculo 13 veces el mosto.

2.8.1.4. Hervido.

Se obtuvieron 3 litros de jugo brillante y de aroma dulce contenido en una de las ollas que se usaron para el recirculado, este mosto se calentó durante 15 minutos hasta llegar a una temperatura de 96° manteniendo el hervido por 15 minutos, se añadieron 2 g de lúpulo cascade 5 min después de haber comenzado el hervor, para añadir sabor y aromas. Se homogenizó el lúpulo valiéndose de una pala de metal y agitando lento en forma de 8 para no agregar oxígeno, continuando así por 20 minutos totales. Dependiendo la Fórmula y el tratamiento se separaron las cantidades de jugo de tuna que se requieren (Tabla 6) y que se obtuvieron de acuerdo al Anexo 3.

2.8.1.5. Enfriamiento.

Para lograr enfriar el mosto, en una tina de mayor tamaño que la olla que contenía el mosto, se le añadió, agua y hielos logrando una temperatura de 3°C, para después colocar dentro de la tina la olla con el mosto caliente, el tiempo que tardo en descender la temperatura de 95 C a 25° C fue de 15 minutos.

Empleando la báscula se pesaron 0.55 g de levadura, para cada litro de Fórmula y tratamiento elaborado.

2.8.1.6. Fermentación.

Llegando la temperatura del mosto a $^{\circ}25$ C; dependiendo la Fórmula y el tratamiento a elaborar se vertió la cantidad de mosto para 1 litro, en el caso de las Fórmulas y tratamientos que se emplea jugo de tuna, el jugo completó a 1 litro de producto junto con el mosto. Al verter cada uno se usó la malla filtrante para retener restos de malta que pudieron haber pasado. Una vez teniendo el mosto en el frasco, se tomó basado al Anexo 4 una cantidad para medir la densidad inicial y poder calcular el grado alcohólico. Concluida la medición se regresó el mosto al frasco donde se vertió. En este se añadió la levadura ya pesada previamente, se cerró el frasco, posteriormente se colocó la manguera en el orificio de la tapa sin tocar con la punta el mosto, la otra punta se sumergió en un recipiente con agua, formando una trampa de aire, permitiendo la salida del CO_2 excedente y evitando la entrada de oxígeno que pueda avinagrar el mosto.

El frasco se colocó dentro de una caja de cartón para evitar el paso de la luz, a una temperatura ambiente promedio de 18°C se mantuvieron en estas condiciones por 7 días, verificando periódicamente que la manguera unida a cada vaso y tapa continuara en su lugar y verificando la fermentación del producto.

2.8.1.7. Envasado y carbonatado

Concluidos los 7 días de fermentación se procedió a envasar

1. Antes de comenzar con el llenado de envases, se tomaron 3 envases y 3 corcholatas (para 1 litro de producto de cualquiera de las Fórmulas) y en una cubeta con agua se añadió sanitizante de acuerdo a las especificaciones mostradas en el Anexo 4 y se sumergió el material antes mencionado.
2. Se verificó el rendimiento final del producto, vertiendo el mosto a través de la malla filtrante en una probeta y así registrar en la Tabla 13 el rendimiento final,
3. Dependiendo de la Fórmula y tratamiento elaborado se añadió el jugo de tuna o azúcar.
4. Una vez homogenizado se midió la densidad final de acuerdo al Anexo 4 para el cálculo del volumen de alcohol, registrándolo en la tabla 12
5. Sobre una franela limpia se colocaron los envases y las corcholatas para su secado y poder usarlos,
6. Con un embudo se llenó cada botella con 350 mililitros de cerveza.
7. Con la taponadora se colocó la corcholata y el envase ya cerrado se colocó en la misma caja donde se guardaron los recipientes durante la fermentación.
8. Se rotuló la tapa de cada envase con el número de Fórmula y tratamiento de elaboración.

Los envases se almacenaron a una temperatura promedio de 18 °C durante una semana para su carbonatación. Se calculó el grado alcohólico, el índice de amargor y color de la cerveza usando las ecuaciones descritas en la metodología los datos son presentados en la Tabla 7 en Discusión de resultados.

2.8. Evaluación sensorial.

Para realizar la evaluación sensorial, se usó escala hedónica (Yamid, 2008), a un grupo de 30 panelistas, consumidores no entrenados, entregando 2 vasos con 30 ml de muestra cada uno con cerveza de cada tratamiento, colocando también una hoja como se muestra en la Figura 12 para llenar individualmente por cada consumidor, después de probar cada tratamiento.



Figura 11. Evaluación sensorial.

Prueba con escala Hedónica

Nombre completo: _____

Fecha: _____

Instrucciones

Frente a usted hay un vaso con cerveza, de acuerdo a la prueba de sabor responda con una X la que se acerque a su preferencia.

Escala	Vaso	
	891	532
Me gusta mucho		
Me gusta		
No me gusta ni me disgusta		
Me Disgusta		
Me disgusta mucho		

Comentarios: _____

Gracias por su participación

Figura 12. Hoja de escala hedónica para panelistas no entrenados

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Grado alcohólico

La Tabla 7 muestra los valores de densidad inicial y final que tienen las Fórmulas, con estos resultados y empleando el Anexo 4 se calculó el porcentaje de alcohol de las Fórmulas, con los Anexos 5 y 6 se calcularon el amargor expresado en IBU's y el color usando el SRM.

La cantidad de alcohol de las dos primeras Fórmulas es menor debido al menor empleo de jugo de tuna, así como el no usar malta munich, ya que esta tiene mayor cantidad de almidón, para convertir en azúcar y fermentar, la Fórmula 3 contiene más alcohol debido al jugo de tuna para carbonatar que se añade y la mayor cantidad de jugo de tuna en el fermentado, esa cantidad mayor de alcohol no se fue percibida por los panelistas.

3.2 Índice de amargor en IBU's

El amargor expresado en IBU's permanece constante en todas las Fórmulas, siendo menos percibida en la que Fórmula 3 debido a la cantidad de jugo añadido, que al ser mayor quitaba el sabor de el lúpulo.

3.3. Color en SRM

El color permaneció constante en las dos primeras Fórmulas debido al empleo de mayor cantidad de malta chocolate, en la Fórmula 3 al reducir la cantidad de esta malta el sabor a tostado y el color se redujeron y fue más aceptada por los panelistas. Comparando el color con la Tabla 2 la Fórmula 1 y 2 presentan el color de una pale ale y la Fórmula 3 de una Pilsner. Los resultados de absorbancia fueron 1.9 para la Fórmula 1 y 2; de 1.2 para la Fórmula 3, y fueron usados para poder calcular el color de las Fórmulas.

Tabla 7. Presentación de resultados de porcentaje de alcohol e IBU's en las formulaciones.

Fórmula		Densidad inicial	Densidad final	Porcentaje Alcohol	IBU's	SRM
Fórmula 1	Tratamiento 1	1.028	1.005	3.0 %	26.6	24.13
	Tratamiento 2	1.033	1.008	3.2 %	26.6	24.13
Fórmula 2	Tratamiento 1	1.028	1.005	3.0%	26.6	24.13
	Tratamiento 2	1.033	1.008	3.2 %	26.6	15.24
Fórmula 3	Tratamiento 1	1.060	1.004	7.3 %	26.6	15.24
	Tratamiento 2	1.068	1.000	8.9 %	26.6	15.24

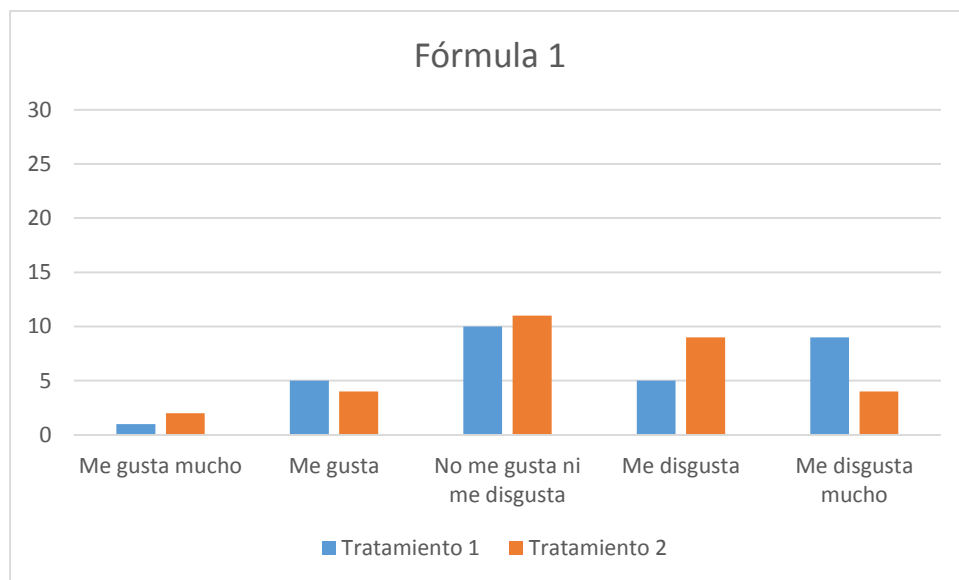
Tabla 8. Rendimiento para carbonatación.

Fórmula	Tratamiento	Rendimiento	Cantidad de azúcar
Fórmula 1	1	1 litro	6 g
	2	800 mililitros	200 ml jugo
Fórmula 2	1	1 litro	6 g
	2	800 mililitros	200 ml jugo
Fórmula 3	1	1 litro	6 g
	2	980 mililitros	20 ml de jugo

Debido a que las Fórmulas 1 y 2 fueron las primeras en ser realizadas el empleo de jugo de tuna fue mayor, siendo estos resultados no satisfactorios ya que la cerveza sufrió una sobre carbonatación, generando un efecto parecido al champagne recién abierto, para reducir ese efecto y tener una carbonatación adecuada se hicieron los cálculos posteriores que se menciona en el Anexo 3 para la cantidad de jugo de tuna.

Evaluación Sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial de la Fórmula 1 se muestran en la gráfica 1, de la Fórmula 2 en la gráfica 2 y de la Fórmula 3 en la gráfica 3.



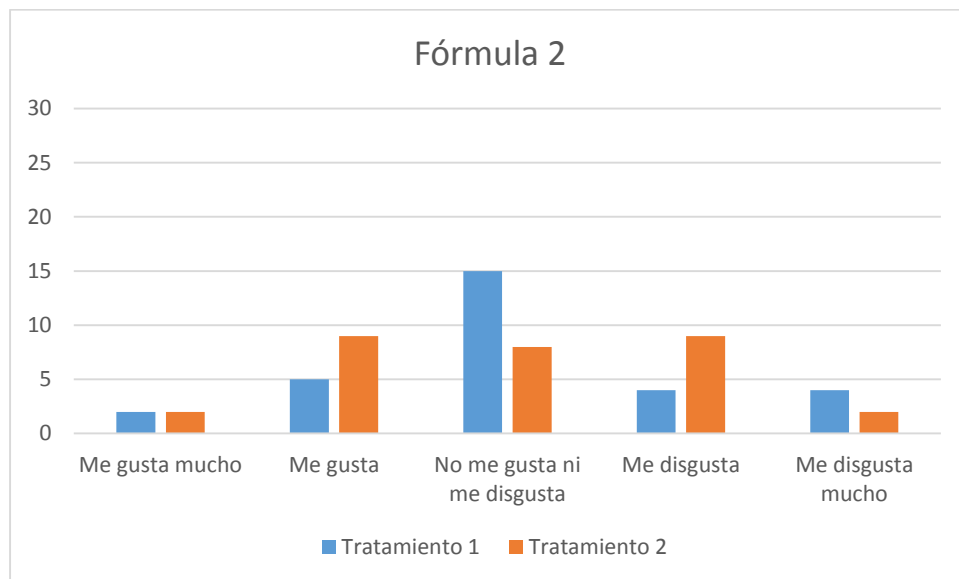
Gráfica 1. Se muestran los resultados de la evaluación sensorial a la Fórmula 1 con sus dos tratamientos.

3.4. Fórmula 1.

Como se muestra en la Gráfica 1 no hay una afinidad marcada por alguno de los dos tratamientos, siendo más señalado la neutralidad al sabor de la cerveza, en estos tratamientos los panelistas no encontraron algún sabor característico de la tuna, como lo mencionan en los comentarios, pero si un gran sabor amargo, junto con el sabor a tostado de la malta. Cerveza de fórmula 1 Figura 13



Figura 13. De izquierda a derecha los 2 envases corresponden a tratamiento 1, los tres siguientes a tratamiento 2.



Gráfica 2. Se muestran los resultados de la evaluación sensorial a la Fórmula 2 con sus dos tratamientos.

3.5. Fórmula 2.

En estos tratamientos se centran en una neutralidad en mayor cantidad (Gráfica 2), pero siendo bien recibida la cremosidad que la avena brindó en esta fórmula, en cuanto al sabor de la tuna se menciona en algunos comentarios que el tratamiento 2 lo describieron como “a jugo, dulce”, pero persistía el amargor del

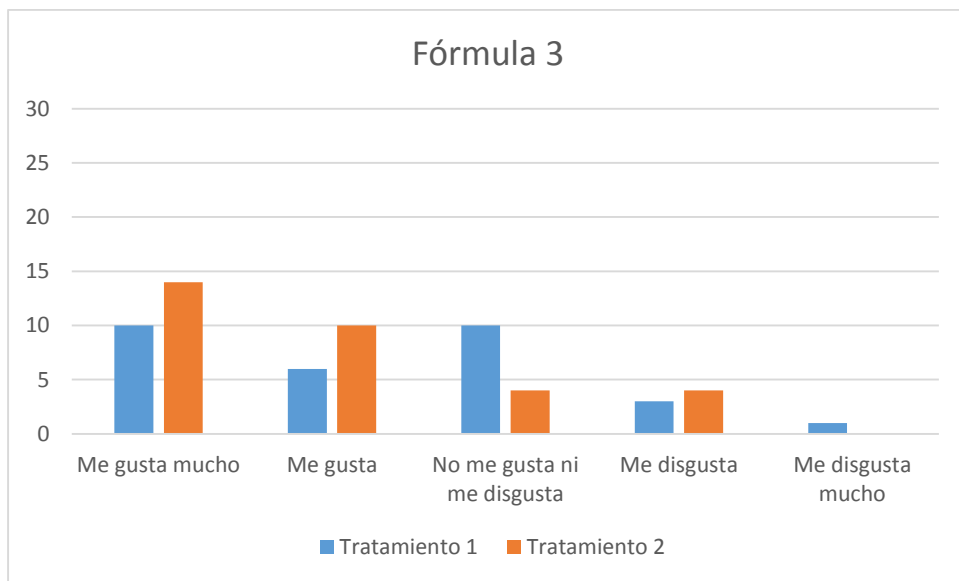
lúpulo y el tostado de la malta chocolate. Figura 14 tratamiento 1, Figura 15 tratamiento 2.



Figura 14. Tratamiento 1 Fórmula 2.



Figura 15. Tratamiento 2, Fórmula 2.



Gráfica 3. Se muestran los resultados de la evaluación sensorial de la Fórmula 3 con sus dos tratamientos.

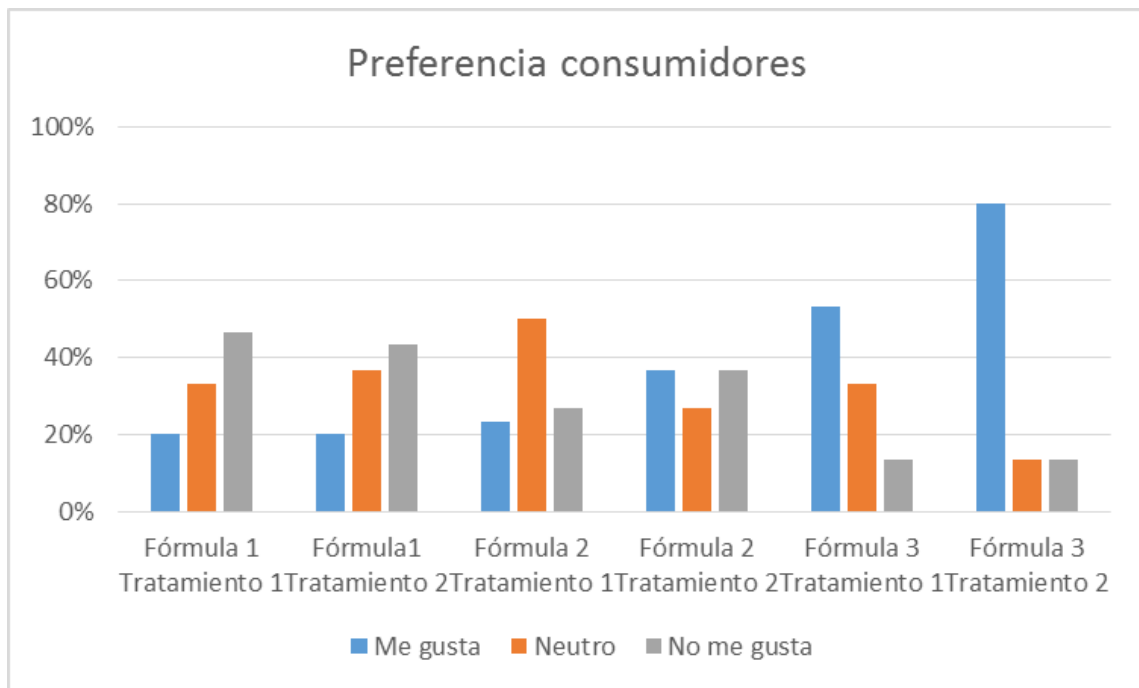
3.6. Fórmula 3.

Con los datos de las dos primeras evaluaciones sensoriales y en reformulación, se llegó a la fórmula más aceptada, (Gráfica 3) teniendo más de la mitad de consumidores a los que les agrado la cerveza, mencionando en los comentarios que en efecto, el sabor de la tuna era perceptible, y en la carbonatación el aroma hizo su aparición. La cerveza de la fórmula 3 se presenta en la figura 16.

En las hojas de evaluación sensorial que se dieron a cada panelista, hubo especial mención al color de la cerveza, el cual desagrado a la mayoría, junto con el amargor, esto fue el motivo principal del rechazo de las Formulas 1 y 2 principalmente, por lo que se tomó en cuenta para realizar la Fórmula 3



Figura 16. Cerveza de la fórmula 3, siendo del tratamiento 1 de izquierda a derecha los 3 primeros envases, tratamiento 2 de derecha a izquierda 3 envases.



Gráfica 4. Preferencia consumidores.

La Gráfica 4 muestra a las 3 Fórmulas con el porcentaje de preferencia, lo cual indica que la Fórmula 3 tratamiento 2 es la más aceptada. La Fórmula cuenta con jugo de tuna en la fermentación y en la carbonatación, lo cual según reportan los consumidores es la que da un sabor fresco y más parecido a la tuna.

4. CONCLUSIONES.

Fue posible elaborar una cerveza artesanal usando jugo de tuna como ingrediente.

La cerveza elaborada fue aceptada por el 80% del público consumidor.

La cerveza más aceptada fue donde se empleó jugo de tuna en el fermentado en mayor cantidad y en la carbonatación en menor cantidad.

El jugo de tuna da mejor resultados al agregarse en mayor cantidad en la fermentación y en menor cantidad en la carbonatación.

Al agregar mayor jugo de tuna en la fermentación la cerveza presentó menor cuerpo para contrarrestarlo se agregó avena la cual devolvió y aumento el cuerpo de la cerveza.

Las maltas chocolate y carapils dan mucho sabor a tostado y quemado, lo cual evitó que el jugo de tuna, con sus aromas y sabores pudieran ser apreciados, por ello el reducir la malta chocolate para no perder color y carapils eliminado.

Es posible clasificar la cerveza elaborada como un producto cervecero nacional por los consumidores.

5 ANEXOS

Anexo 1 Especificaciones del agua



Estación de Servicio Universitaria S. de R. L. de C. V.
Purificadora "ESU-Agua"



Asunto:

Especificaciones del producto terminado

A quien corresponda:

Por este medio ente le extiendo un cordial saludo y a su vez, me permito hacer de su conocimiento que, como parte de la responsabilidad social de nuestra máxima casa de estudios, nos dimos a la tarea de encontrar una alternativa para el consumo de agua purificada; cumpliendo con los siguientes parámetros de calidad:

Rangos de Aceptación	
pH	6.8-7.6
Cloro libre	<0.1
Sólidos disueltos totales (TDS)	30-45 ppm
Dureza	20-40 ppm

Además de estos parámetros, para la liberación del lote de producción, el agua no debe contener partículas suspendidas y debe conservar sus propiedades naturales como son:

- Incolora
- Inolora
- Insípida

Sin más por el momento y, esperando que la información proporcionada sea de utilidad, quedo de usted.

Atentamente

H. Puebla de Z., a 21 de Mayo de 2015

Ing. Mónica Coyotzi Gómez
Auxiliar Administrativo "ESU-Agua"
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Anexo 2

Características del lúpulo

Cascade

Cascade es un lúpulo aromático cultivado por el departamento de agricultura de Estados Unidos (U.S.D.A. por sus siglas en inglés) criado en un programa de Oregon realizado en 1972. De aroma medio este lúpulo provee de una sensación floral/picante caracterizado de su bien balanceado amargor potencial. Es el lúpulo más popular en la elaboración de cerveza artesanal en Estados Unidos.

Tabla 9 Lúpulo Cascade, características (Jhon, 2009)*²

Rendimiento (kilogramo por hectárea)	1792-2240
Rendimiento (libras por acre)	1600-2000
α -ácidos	4.5-7.0 %
β -ácidos	4.8-7.0 %
Comulona (% de α -ácidos)	33-40 %
Total de aceites (mg. Por cada 100 g de lúpulo seco)	0.7-1.4
Mirceno (como % total de los aceites)	45-60 %
Cariofileno (como % total de los aceites)	3.5-5.5 %
Humuleno (como % total de los aceites)	8.0-13.0 %
Farneseno (como % total de los aceites)	3.0-7.0 %
Almacenamiento (% α -ácidos que permanecen después de 6 meses de almacenamiento a 20°C.)	48-52 %
Posibles sustituyentes	Centennial, Amarillo

² * Manual electrónico proporcionado por el proveedor de lúpulo "Todo cerveza"

Anexo 3

Obtención del jugo de tuna

La donación de LVF Group Latin Fruits and Vegetables de 100 kg. De tuna de la variedad Cristal marca villa nueva contribuyó con la realización de este proyecto, para lograr la conservación de la fruta y usarla en las diferentes formulaciones, se optó por procesarla para convertirla en jugo, una pasteurización y por ultimo refrigeración prolongada y así disponer del jugo en cualquier momento.

Para procesar la tuna se realizó lo siguiente:

4 distintas formas de obtener el jugo fueron realizadas, empleando en cada una 300 g de tuna sin cascara, el jugo se vertió en una probeta para registrar los mililitros obtenidos en la Tabla 21y así comparar mediante que método se obtuvo mayor cantidad de jugo, posteriormente cada una se usó para elaborar un lote de cerveza y observar su comportamiento; describiendo la obtención del jugo tuvimos:

Método de extracción de jugo por licuado.

La tuna se cortó en trozos pequeños para la su fácil licuado, sin añadir agua se licuó la tuna, se filtró a través de malla separando las semillas.

Método de extracción de jugo por extractor de jugo.

En este método se observó dificultad para procesar la tuna, debido a que no todo el producto fue concentrado en la salida del extractor, parte de la fruta entera quedó en la parte trasera del extractor siendo el depósito de la fibra el destino de este mismo.

Método de extracción de jugo usando handblender (Extractor de mano).

Al igual que en el licuado, el jugo presento espuma persistente, se filtró a través de la malla registrando los mililitros obtenidos

Método de extracción de jugo por triturado.

Se formó una bolsa con la malla filtrante, se colocó tuna en trozos y con un Temolote se machacó, cerrando la bolsa se comprimió el fruto, retirando las semillas dentro de la bolsa y registrando la cantidad de jugo obtenida.

Tabla 10. Mililitros obtenidos en los métodos para obtener jugo de tuna.

	Licuada	Extractor de handblender jugos	Triturado	
Mililitros obtenidos	230	195	198	260

Después de la elaboración de un lote de cerveza con jugo obtenido de cada método, logró observarse ciertas características en la cerveza las cuales se describen en la Tabla 22. Debido a que con los tres métodos iniciales de extracción de jugo generan una gran cantidad de espuma, esta se hace presente en el producto final, creando separación de fase y una notoriedad de partículas suspendidas, caso contrario al emplear el triturado no se observan las características ya mencionadas, que si bien no generan cambios en el sabor de la cerveza, si confiere una nota desagradable a la vista en el momento de servir; por tal motivo el resto de la tuna se procesó triturando el fruto, teniendo el jugo, se sometió a una pasteurización VAT, envasando en frascos de vidrio, una vez frio el producto se refrigero hasta el momento de su empleo, el cual no fue mayor a 2 meses.

Con el brixometro marca ATAGO al jugo de tuna se le muestreó la cantidad de azúcar, dando 12 °Brix en todo el jugo procesado. Tomando la definición de grados Brix que es la cantidad de azúcar presente en 100 g de líquido, se

establece que el jugo de tuna usado en este experimento cuenta con 12 g de azúcar por cada 100 mL.

Tabla 11. Características de las cervezas con jugo de tuna

Método	Envase	Separación de fase	Partículas Suspendidas visibles
Licuada	1	Si	Si
	2	Si	Si
	3	Si	Si
Extractor de jugo	1	Si	Si
	2	Si	Si
	3	Si	Si
Extractor de mano	1	Si	Si
	2	No	Si
	3	No	No
Triturado	1	No	No
	2	No	No
	3	No	No

Anexo 4

Uso de sanitizante

Estación de Servicio Universitaria S. de R. L. de C. V.

En base a las necesidades con las que cuenta actualmente la planta purificadora "ESUAgua", nuestra recomendación es la siguiente:

- **DIOXIRROSS**

(Utilizar 1 litro de producto en 5,000 litros de agua para clorar el agua 4 ppm)

(Utilizar 1 litro de producto en 400 litros de agua para sanitización interno del garrafón y tapas 50 ppm)

(Utilizar 1 litro de producto en 100 litros de agua para sanitización de equipos, paredes, pisos, utensilios, 200 ppm)

En base a las cantidades de agua que actualmente utilizan para la limpieza se calculó el consumo mensual que requieren de Sanitizante DIOXIRROSS:

- **DIOXIRROSS 1:5000 (4 ppm)**

Para potabilización de agua

Aplicar 0.20 ml de producto a 1 litro de agua

Al día utilizan 15,000 litros de agua – 3 litros de Dioxirross

Al mes utilizan 360,000 litros de agua – 72 litros de Dioxirross

- **DIOXIRROSS 1:400 (50 ppm)**

Para sanitización interna del Garrafón

Aplicar 2.5 ml de producto a 1 litro de agua

Al día utilizan 100 litros de agua – 250 ml de Dioxirross

Al mes utilizan 24,000 – 6 litros de Dioxirross

- **DIOXIRROSS 1:100 (200 ppm)**

Para sanitización de equipos y áreas de producción

Aplicar 10 ml de producto a 1 litro de agua

Se desconoce la cantidad que se utilizara para sanitizar estas áreas.

Quedo a sus órdenes para cualquier aclaración o duda correspondiente.

Saludos Cordiales.

CARLA YELENA CUNILLE L.

www.quimicarsmar.com

Cantidades para el uso del sanitizante durante el experimento.

Anexo 5

Materiales

Para los materiales que no se pudieron encontrar en el laboratorio ya mencionado, se adquirieron o fueron elaborados, a continuación se presenta dicho material y equipos.

- Parrilla eléctrica Taurus con potencia de 700 Watts requeridos para poder calentar el mosto y hervirlo.
- Malla sintética para filtrar de 1 mm de apertura
- Temolote, para poder facilitar el triturado de la tuna
- Licuadora oster potencia de 450 Watts para el licuado de la tuna
- Hand blender marca oster de 250 watts para el licuado de la tuna.
- Bascula electrónica 0 a 5 kg. Base cristal, para pesar todos los insumos ya mencionados.
- Brixómetro 0-85° marca ATAGO para medir las cantidades de azúcar presente en el mosto y en el jugo de tuna.
- Molino de corona convencional para moler grano.
- 2 bolsas de manta para contener los granos en el macerado.
- Taponador de botellas de elaboración casera para colocar corcholatas
- 6 Frascos con capacidad de 2 litros con tapas perforadas para la inserción de manguera de diámetro de 3/8 de pulgada, fungiendo como trampa de aire o airlock.

6. BIBLIOGRAFÍA.

Abraján, M. 2008, Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Aftyka, R. 2006, Mash para principiantes, Revista Mash, número 1, cuarta parte, México.

Albert S. 2012, ¿Cómo catar una cerveza?, Verema, Visto 20 de Diciembre 2014, <http://www.verema.com/blog/Cervezas/1028936-como-catar-cerveza>.

American Section of the International Association for Testing Materials 2002, Standard Test Method for Hardness in Water (9.1) 2002 Washington, D.C.

Antúnez, Marcos 2013, Especial: cerveza artesanal en México, Soy entrepreneur, visto 18 de Julio 2014, <http://www.soyentrepreneur.com/25283-especial-cerveza-artesanal.html>.

Anónimo, 2011, Nopal y tuna, una mirada a su realidad actual, Claridades Agropecuarias, No 213, pág. 03.

Arteaga, R. 2013, Productores van por la “corona” de la cerveza artesanal, selección Forbes 2013, visto 18 julio 2014, <http://www.forbes.com.mx/productores-van-por-la-corona-de-la-cerveza-artesanal/> >.

Bedregal, C. 2010, El potencial de producción de biogás a partir de plantaciones de (*opuntia ficus indica*) y otros residuos disponibles en el norte chico de Chile,

memoria para optar al título de Ingeniería en Recursos Naturales Renovable, Universidad de Chile, Chile.

Barman in red. 2013 “Cervezas de México 2013”, Blog Barman in Red, visto 20 julio 2014,

< <http://barmaninred.blogspot.mx/2013/01/cervezas-de-mexico.html> >.

Centro de Estudios de Zonas Áridas 2011, Tuna (opuntia ficus-indica) CEZA, FIA (Ministerio de Agricultura), Chile, página 4.

Bryant, D. Hop Variety Handdbook, Huponion LLC, Yakima, Washington USA.

Espinosa, M. 2003, Identificación de demandas tecnológicas en la cadena agroalimentaria de cebada, Fundación Guanajuato produce A.C, Querétaro, México.

Fernández, A. 2007, La tecnología, del campo de experimentación a la parcela del productor, Fundación Produce Oaxaca, A. C. México.

García, J. 2012, Antología de un arte efervescente, cerveza mexicana, Ilustra, Guadalajara, Jalisco.

Gigliarelli, P. 2008, El color de la cerveza, Revista Mash, número 26, Argentina.

Gómez, L. 2009, Historia de la cerveza en México, visto el 27 de Julio 2014, http://www.cervezacasera.com.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=41.

Gonzáles, J. Robles, R. Bautista, Cruz, F. Zavaleta ,J. Rivas, C. Flores, H. y Trueba, L. 1999, La Tuna; base del desarrollo de culturas mesoamericanas,

Abriendo Surcos, México.

Hornsey, I. S. 2003, Elaboración de cerveza: Microbiología, bioquímica y tecnología, ACRIBIA, S. A., Zaragoza, España.

Hough, J.S. 1990, Biotecnología de la cerveza y de la malta, ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España.

Financiera Rural 2011, Monografía del nopal y la tuna, Financiera Rural, Dirección Adjunta de Planeación y Análisis Sectorial, México.

Inaraja, C. y Soriano, J. 2009, El mundo de las cervezas, Edición de Heineken España S.A. Sevilla, España.

Jaureguizar, C 2001, Libro blanco de la cerveza, Cerveceros de España, Madrid, España.

Jhon, I. 2009, *Variety Manual USA Hops, hop growers of america*, Haas Inc, Washintong D.C.

Lozamarquez, O. 2006, Nopal tunero orgullo del estado, El ceniztle hechos en el campo, vol 5, pag 10-13.

Lozada, M. 2007, Extracción y caracterización reológica de polisacáridos tipo pectina de la cáscara de tuna (*Opuntia spp*), Ingeniero Agroindustrial, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Maluenda, J. 2011 El mercado de la cebada en el mundo, visto 21 de Septiembre 2014, <http://www.agrodigital.com/images/cebada.pdf>.

Martínez, L. y Andrade, M. 2010, Elaboración de cerveza artesanal utilizando

cebada (*Hordeum Vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*), Ingeniero Agroindustrial, Universidad del Norte, Ibarra, Ecuador.

Méndez, S.J. y J. García 2006, La tuna: Producción y diversidad, CONABIO, Biodiversitas 68:1.

Yamid, O. 2008 Métodos de Análisis Sensorial s.f. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, visto 20 Julio 2014 Colombia.
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401552/Capitulo_8/832escala_hednica.html

Orallo. 2013, El color de la cerveza, El rincón del cervecero, visto 22 de Diciembre 2014.

Ornelas, J. 2013, ¿Cómo medir el contenido de alcohol en la cerveza?, Brewmasters, revista electrónica, visto el 20 de Septiembre 2014, <<http://brewmasters.com.mx/como-medir-el-contenido-de-alcohol-en-la-cerveza>>

Palmer, J. 2006, How to brew, Brewers publications, USA.

Pasteur, L. 1879, *Studies on fermentation the diseases of beer, they causes, and the means of preventing them*, Macmillan & Co. Londres.

Puga, P. 2011, Manual básico, elaboración de cerveza casera, Sólo extracto de malta, Guadalajara, México.

Riquelme, K. 2013, La importancia del agua para la cerveza, Sabrosia, México.

Reyes, A. 2005, Fabricación Artesanal de la Cerveza- Tratado Teórico Práctico, SIC, España, página 7.

Stevens M. y Lutzen K. 1992, Cats Meow 3 Brown Ale, vista 23 julio 2014
<http://brewery.org/brewery/cm3/CatsMeow3.html>.

Sánchez, Y. 2006, Elaboración y evaluación de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala, químico en alimentos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.

Strong, G. 2008, Programa de Certificación para juzgar cervezas, Pautas de estilos para Cerveza, Hidromiel& Sidra, Beer Judge Certification Program, Inc. USA, página 38.

Hampson, T. 2008 The beer book, DK Publishing, New York, USA.

Vogel, W. 2003, Elaboración casera de cerveza, ACRIBIA, Zaragoza, España.

Vogrig, W. 2004, Cálculo de IBU's, revista Mash electrónica, vista 20 julio 2004,
<http://www.revistamash.com/detalle.php?id=71>.

Vogel, W. 2003, Elaboración casera de cerveza, ACRIBIA, Zaragoza, España.

7. GLOSARIO.

Abadía: f. Iglesia y monasterio con territorio propio regidos por un abad o una abadesa.

Adjunto: Cualquier fuente de almidón que no esté malteada, añadida durante el macerado o de uso para fermentación.

Alfa- ácidos: son una familia de resinas específicas del lúpulo y responsables de su amargor y otras propiedades psicoactivas. El poder amargante de un lúpulo se mide por el porcentaje que contiene de esta sustancia, que cambia de una cosecha a otra y según la variedad de planta. Éstas resinas son transformadas por temperatura (isomerización) durante el proceso de cocción del mosto en iso-alfa-ácidos, que son los responsables finales del amargor de la cerveza.

Amilasa: Es un enzima hidrolasa que tiene la función de catalizar la reacción de hidrólisis de los enlaces 1-4 del componente α -amilasa al digerir el glucógeno y el almidón para formar azúcares simples.

Amoniaco: NH_3 , es un compuesto químico en estado natural gaseoso, ampliamente utilizado en la industria química y como refrigerante. Se disuelve con facilidad en agua formando el agua amoniacal. Es una sustancia muy corrosiva y tóxica por lo que su manejo requiere medidas de seguridad para evitar daños a la salud e incluso la muerte.

Barley Wines: es el modo con el que se califican a ciertas *ales* (cervezas), debido a su especial fuerza. Estas cervezas se elaboran a veces para celebrar acontecimientos y, debido a su alta graduación, algunos vinos de cebada se añejan durante más de 25 años.

beta- ácidos

Bractéola: f. *Bot.* Hoja que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas, y suele diferir de la hoja verdadera por la forma, la consistencia y el color.

Brix: (símbolo °**Bx**) sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido; es una medida de la concentración de azúcar en una disolución. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido.

Brixometro: Es un instrumento óptico de gran precisión que le permite medir rápidamente y con gran exactitud la concentración de sustancias (azúcar) en soluciones acuosas, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz.

Circulo sensorial: Circulo diseñado para identificar mediante el retrogusto o sensación final una comparativa con sabores ya establecidos.

Cladodio: Tallo modificado, aplanado, que tiene la apariencia de una hoja. Se dice de un órgano más o menos con aspecto de hoja y con morfología y nervadura variable, de color verde, que fotosintetiza, haciendo el papel de una hoja verdadera.

Discoidal: con forma de disco.

Doppelbocks: Una Bock doble. Doble en densidad y en alcohol, en rangos que van de 6 a 10%. La mayoría de las versiones son de color oscuro, pero las versiones se encuentran también colores ámbar o pálidos. Persistente y firme espuma, mucho aroma y sabor a malta y un toque de tostados, chocolate o frutados.

Escindida: *física* romper el núcleo de un átomo para liberar energía.

Funicular: m. *Bot* .Conjunto de vasos nutritivos que unen la semilla al pericarpio después de haber atravesado la placenta.

Galactosa: f. *Quím*. Azúcar que se prepara mediante hidrólisis de la lactosa.

Gemación: f. *Biol*. División celular en la que el citoplasma se escinde en dos partes de tamaño muy desigual, la menor de las cuales se conoce con el nombre de yema.

Hand blender: Contiene el motor, prolongado por un accesorio en el que se alojan las cuchillas dispuestas en cruz. El accesorio triturador/mezclador puede ser de plástico o de metal, y en muchos modelos se puede desmontar para limpiarlo sin riesgo de mojar el motor. Se usa sumergiendo las cuchillas en la preparación que se quiere mezclar o triturar y algunos modelos pueden emplearse directamente en las sartenes, cacerolas y ollas mientras están en la lumbre. Pueden disponer de 15 velocidades veloces.

Hipoglucemiante: Dícese del fármaco que posee la capacidad de disminuir los niveles de glucosa en sangre. Los hipoglucemiantes como la insulina, las sulfamidas y las biguanidas se utilizan en el tratamiento de la diabetes.

Inflorescencia: es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal.

Isomerización: proceso químico mediante el cual una molécula es transformada en otra que posee los mismos átomos pero dispuestos de forma distinta.

Ley de Lambert- Bougue Beer: es una relación empírica que relaciona la absorción de luz con las propiedades del material atravesado.

Lignina: es un polímero presente en las paredes celulares de organismos del reino Plantae y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata. Está formada por la extracción irreversible del agua de los azúcares, creando compuestos aromáticos. Los polímeros de lignina son estructuras transconectadas con un peso molecular de 10.000 uma.

Melibiosa: f. Quím. Uno de los hidratos de carbono, disacárido, isómero de la lactosa, y que se obtiene por hidrólisis de la rafinosa.

Milds Inglesas: es uno de los estilos más antiguos de las *a/es* (cervezas) de Inglaterra. Aunque originalmente el término se refería a una cerveza "joven" o no madura, hoy se refiere más bien a que tenga menos lúpulo y que se usa una cebada ligeramente malteada.

Molturándolo: tr. Moler granos o frutos.

Mosto: La malta previamente molida se empasta con agua apropiada y, con movimiento, tiempo y temperaturas, se produce la disolución y transformación de los elementos de la malta consiguiéndose el cambio del almidón, principalmente la maltosa y de proteínas, en albúminas y aminoácidos necesarios en forma sucesiva para producir alcohol, gas carbónico y, a través del alimento, la procreación del vehículo de fermentación, la levadura.

Mouthfeel: se refiere a la cremosidad de la cerveza conocida también como

Pasteurización: Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

Permeado: Capacidad de un líquido para traspasar una barrera.

Perenne: Un árbol o arbusto de hoja perenne, por tener hojas vivas (que no se caen) a lo largo de todo el año.

pH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

Pilsen: Están hechas con maltas de Moravia tipo pilsen, agua de baja dureza y sobre todo con lúpulo Zatec (Saaz en alemán) que varía del 11 al 13,5% y es fermentado con levadura de baja fermentación. Es una bebida de color claro y su contenido de alcohol es medio (del 3 al 5%) al igual que su extracto.

Polisulfuros: son sales que contienen aniones lineales del tipo S_n^{2-} . Se forman por ataque del anión sulfuro sobre el azufre elemental (S_8) o por oxidación de sulfuros uniéndose de esta manera dos átomos de azufre.

Porters: es un tipo de *ale* (cerveza). Tiene el aroma del malteado y el amargor del lúpulo. Es generalmente fuerte y oscura. Se elabora preferentemente con aguas de bajo contenido en calcio (blandas).

Proceso VAT: consiste en calentar grandes volúmenes de leche en un recipiente estanco a $63^\circ C$ durante 30 minutos, para luego dejar enfriar lentamente. Luego debe pasar mucho tiempo para continuar con el proceso de envasado del producto, a veces más de 24 horas.

Pseudomicelio: Hilera de células micóticas que resulta de la brotación de un blastoconidio que ha permanecido unido a los demás. Los tabiques que separan las células están completos y no hay conexión citoplasmática, como si sucede en

las hifas verdaderas tabicadas.

Rendimiento final: Cantidad de producto que se obtuvo después de un proceso de elaboración.

Sésiles: (del latín *sessilis*, apto para sentarse) o sentada se suele utilizar en botánica para expresar la falta de un órgano que sirva de pie o soporte.

Stout: es el nombre de un estilo de cerveza, tipo *ale*, muy oscura, originario de las islas británicas. Era el nombre utilizado para la cerveza más fuerte (*stout*), de 7 % a 8 % de alcohol por volumen, producido por cada cervecería, aunque hoy en día, hay mucha más variedad y pueden ser más dulces o secas, y de 4 % a 8 % de alcohol por volumen.

Tamizar:

Hacer pasar una cosa por el tamiz para separar las partes finas de las gruesas.

Taninos: son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo que producen las plantas. Se dividen en hidrolizables y condensados.

Temolote: (del náhuatl *tetl*=Piedra y *molinia*=mover o batir algo, por tanto, temolote es correcto según su etimología, tejolote sería un regionalismo o error) o temachín y se usa como martillo para romper y moler contra el hueco del molcajete.

Testa: Envoltura o tegumento exterior de algunas semillas.

Tiofenoles: es un compuesto orgánico de azufre con los C_6H_6S fórmula y, a veces abreviado como PhSH. Este líquido incoloro de olor fétido es el tiol aromático más simple.

Tioésteres: Tioésteres son compuestos con el grupo funcional CS-CO-C. Son el producto de esterificación entre un ácido carboxílico y un tiol.

Trapenses: es una orden monástica católica, cuyos miembros son popularmente conocidos como trapenses. Tienen como regla la de San Benito, la cual aspiran seguir sin cambios. Nacen como una ramificación de la Orden del Císter, que a su vez se originó de la Orden de San Benito.