



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA**

**CONTRIBUCIÓN DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA
INDUSTRIA CERVECERA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA**

PRESENTA

ITZEL ELVIRA VALLEJO HIDALGO



MÉXICO, D.F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: PROFESOR: EDUARDO ROJO Y DE REGIL.
VOCAL: PROFESOR: REYNALDO SANDOVAL GONZÁLEZ.
SECRETARIO: PROFESOR: JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ.
1ER. SUPLENTE: PROFESOR: ALEJANDRO LEÓN IÑIGUEZ HERNÁNDEZ.
2º SUPLENTE: PROFESOR: HUGO NORBERTO CICERI SILVENSES.

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA, U.N.A.M. EDIFICIO E, PRIMER PISO, CIRCUITO EXTERIOR,
CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F. C.P. 04510.

ASESOR DEL TEMA:

REYNALDO SANDOVAL GONZÁLEZ.

FIRMA

SUSTENTANTE:

ITZEL ELVIRA VALLEJO HIDALGO

FIRMA

CONTRIBUCIÓN DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA INDUSTRIA CERVECERA

Índice

Introducción	1
Capítulo I. Orígenes y evolución de la cerveza en el mundo.	4
Capítulo II. Orígenes de las primeras cervecerías.	27
Capítulo III. Descripción del proceso de fabricación de la cerveza.	49
Capítulo IV. Subproductos del proceso de fabricación.	59
Capítulo V. Tratamiento de efluentes en la Industria Cervecera.	67
Capítulo VI. Importancia de la Ingeniería Química en la Industria Cervecera.	72
Capítulo VII. Globalización de la Industria Cervecera.	88
Conclusiones y Recomendaciones.	102
Bibliografía	106

INTRODUCCIÓN

El valor de las aportaciones del ingeniero químico en la industria se ve reflejado en el desarrollo y en la mejora de las operaciones unitarias a través del tiempo. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la participación del ingeniero químico en el desarrollo de dichas operaciones aplicadas a la industria cervecera.

Para tener mayor comprensión de la situación actual de la cerveza desde el punto de vista de las operaciones unitarias, es necesario partir del origen de dicha bebida la cual se remonta a los 6000 A.C. desde la cultura Sumeria, pasando y evolucionando por distintas culturas hasta el día de hoy.

Sin embargo, cabe señalar que hay un punto crucial en la evolución de la cerveza, a finales del siglo XVII e inicios de XVIII se desarrollan las primeras máquinas de refrigeración, lo cual permite manipular y modificar algunos procesos de elaboración de cerveza como la fermentación y la maduración, derivando en una gran diversificación de cervezas.

Lo anterior evidencia el impacto que tienen las operaciones unitarias en la evolución de la cerveza, de ser un producto artesanal y con algunas cuantas variaciones de cervezas, pasa a ser un producto con una gran variedad de tipos y que es uno de los productos más consumidos por la humanidad en la actualidad.

Por otra parte, no se puede pensar en un producto con tal impacto en la sociedad, la economía, ecología y de forma individual en las personas, sin contemplar el cómo se elabora la cerveza, cómo consume sus recursos (insumos y servicios). También se debe contemplar la evolución de los procesos unitarios, ya que de éstos depende hacer eficiente la elaboración del producto para generar mejoras económicas y beneficios ambientales.

En este punto medular se encuentra el trabajo del ingeniero químico en la industria cervecera, él es el responsable de diseñar, implementar, seleccionar, administrar y dirigir los procesos de fabricación para generar los mayores dividendos para la cervecera y al mismo tiempo obtener un producto que satisfaga las exigencias del consumidor, siempre dentro del margen de las

normativas internacional, estatal y de salud. De esta forma se puede ver que el trabajo del ingeniero químico en la industria cervecera, no es sencillo, es un trabajo de alta responsabilidad, pero sin duda es el profesionalista más completo y adecuado para desempeñar tan importantes actividades. Esto es satisfactorio para todo ingeniero químico.

Desde los finales de la década de 1990 hasta la actualidad, se viene dando una exigencia mayor en los procesos industriales y en especial en la industria de elaboración de cerveza, ya no basta con cumplir estándares de calidad, con tener altos márgenes de utilidad, ahora es necesario tener procesos limpios y energéticamente eficientes.

En el proceso de fabricación de la cerveza se utilizan grandes cantidades de agua y energía térmica. Hoy en día uno de los temas más importantes en todo el mundo industrial y que es parte de la conciencia que debe tener el ingeniero químico al realizar su trabajo es la eficiencia de proceso, una eficiencia con enfoque global, eficiencia de insumos, de servicios, de energía. Es por esto que ya no se puede dejar del lado y se debe hablar de la recuperación de residuos y su aprovechamiento para la producción. Uno de los temas de vital importancia para la sociedad que es el conciliar bienestar material y calidad ambiental. Es necesario que la industria mida sus resultados no sólo en términos económicos, sino también con respecto a su contribución para la mejora social y medio ambiente de su entorno.

Hoy en día la industria cervecera se está concientizando y desarrollando procesos en los que no sólo se obtenga beneficio económico, en sus procesos se está contemplando conseguir impactos importantes en la sociedad que deriven en la mejora en calidad de vida de todas las personas. A final de cuentas, este último impacto es el que representa el progreso social y permite el crecimiento y desarrollo de la industria. De esta forma si se tienen procesos eficientes que contemplen beneficios ambientales y energéticos, todas las personas serán beneficiadas de forma directa o indirectamente por su actividad lo cual permitirá la prevalencia de la industria, porque no hay industria sin consumo y el consumo baja en una sociedad inestable y afectada ambientalmente.

El presente trabajo es el resultado de una investigación en el campo de la industria cervecera, sus orígenes, evolución y contribuciones a la historia de la humanidad a través del tiempo, desde el asentamiento de la agricultura hasta los grandes avances en la fabricación de la misma.

El papel tan importante que tiene la cerveza en la historia del hombre y de la industria crea cada página de este trabajo, ya que éste nace de la inquietud de consolidar una investigación de gran aportación bibliográfica que sirva como instrumento de consulta.

La historia de la cerveza abarca grandes pasos para el hombre, se comienza mencionando el nacimiento de la agricultura la cual permite al hombre establecerse y participar en la economía de las sociedades humanas. A partir de la recolección y almacenamiento de granos surge la preparación de la bebida como tal y la necesidad de mejorar su fabricación de la cual surgen infinidad de avances de los cuales se puede mencionar el nacimiento de la industria cervecera, la máquina de vapor, la pasteurización, la introducción del empaque, mejoras continuas en controles de calidad, comercialización y exportación, tratados y acuerdos internacionales, impulso de nuevos procesos y economía.

Por lo que no se puede pasar por alto el presente tema ya que además de la importante evolución desde su nacimiento hasta hoy en día se tiene la firme certeza que la industria cervecera es y seguirá siendo una de las industrias de mayor aportación global a las actividades del hombre debido a su impacto cultural y su impacto económico.

CAPÍTULO I

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA CERVEZA EN EL MUNDO

El origen de la cerveza se remonta a los albores de la civilización, aproximadamente en los años 5.000 A.C., en una zona vasta del sur de Asia, conocida como Mesopotamia (país entre ríos, comprende actualmente el territorio de Iraq, además de zonas en Irán y Siria), cuna de la cultura Sumeria y lugar de aparición y desarrollo de grandes avances de la civilización, como la escritura, el manejo de los metales, el uso de la rueda, la construcción y con esto; el paso de una vida nómada basada en la caza y la recolección a una sedentaria en donde la agricultura jugó un papel primordial. Es en estas épocas que un líquido derivado del trigo hecho a base de agua y pan servía como bebida ceremonial y de culto.

Así, el cultivo de granos y la consecuente producción y almacenamiento de sus derivados, incrementaron el desarrollo de la civilización, en donde dichos productos, eran utilizados como precursores de la moneda en el pago y comercio.

Se pasa ahora para otra gran civilización ubicada geográficamente entre 2 continentes: África y Asia; en el 3.000 A.C. Se hace referencia a los Egipcios, recordado históricamente por sus avances en escritura, medicina y maravillosas obras arquitectónicas que en pleno S. XXI siguen sorprendiendo a propios y extraños, en esta cultura, la “creación” de la cerveza hace referencia al dios Osiris, el hijo de Nut, Señor de Abidos y de Busiris, dios y juez de los muertos, siendo por eso el espíritu de los cereales, el que los hacía germinar y regenerar anualmente con las crecidas del río Nilo.

La cerveza jugó un papel fundamental en la sociedad egipcia ya que su consumo fue importante para la población del alto y bajo Egipto, no sólo en materia alimentaria, sino también en ceremonias religiosas e incluso funerarias donde se ofrendaba a dioses. Esto se puede entender con la agricultura como principal medio de producción, granos como trigo, centeno y cebada fueron los cultivos primordiales en esos tiempos.

Ya desde esas épocas se contaba con un proceso, empírico hasta ese momento para la obtención de este líquido fermentado a base de granos, el cual consistía básicamente en moler los granos, hervirlos, agregar algún tipo de azúcar y dejar reposar en lugares frescos. Obteniendo así un tipo de crema o puré, base de la dieta de la población egipcia debido a sus altos contenidos alimenticios.

Se puede recordar ahora otra civilización que también se desarrolló en Asia, los babilonios, la cultura babilónica es difícil de atribuir únicamente a una sociedad en específico. Por el valle del Tigris y del Éufrates pasaron muchas civilizaciones, como se mencionó anteriormente, todas fueron expulsadas y sustituidas. Pero cada una de ellas fue depositando en Mesopotamia innovaciones tecnológicas y lo que se denomina como los primeros esbozos de ciencia. Toda esta reunión de conocimientos es lo que ahora se conoce como la cultura de Babilonia y que se podría situar en un espacio temporal de unos 1200 años, desde el reinado de Hammurabi hasta la caída de la ciudad con la conquista persa. Es por esta razón que Babilonia ya contaba con el conocimiento de esta bebida, predecesora de la actual cerveza e incluso ya se manejaban diversos tipos, los cuales variaban por el tiempo de fermentado, tipo de azúcar añadida, incluso un filtrado mayor evitando así tragar los grumos de la harina de los granos. Las normas de fabricación quedaron expuestas en el código de Hammurabi, rey de Mesopotamia entre los años 1730-1686 A.C. Precursor del expansionismo imperial.

Se puede entender ahora un poco de la historia universal de esta civilización. Babilonia fue un antiguo reino localizado en la región de Mesopotamia, en torno al actual Iraq. Se originó a partir de la ciudad-estado de Babilonia extendiéndose por Acad y Sumeria. Aunque antes ya había conseguido desarrollar diversos conocimientos destacando en diversos ámbitos, la ciudad de Babilonia comenzó a cobrar importancia entre el año 2000 y el 1800 a.C., con la llegada de los amorreos quienes se erigieron como reyes. Hammurabi, llegó al trono como sexto miembro de esta dinastía en el año 1700 A.C. La figura de Hammurabi concentra mucha importancia a la hora de someter al territorio contiguo a la ciudad de Babilonia y constituir un pequeño imperio a lo largo de toda Mesopotamia. Con el triunfo de Babilonia sobre el resto de

Mesopotamia también su dios principal, Marduk, fue alzado a la cabeza de los dioses locales. Tras la muerte de Hammurabi, la ciudad fue capturada por los hititas, y poco después, por los casitas. Los casitas fueron quienes convirtieron la ciudad-estado de Babilonia en la capital de un reino que ocupó toda Mesopotamia. En torno al S.XIV A.C Babilonia era el centro administrativo de todo el reino, asumiendo todo el desarrollo que le permite esta posición. Los casitas serían expulsados más adelante por los elamitas del este, entrando así en una era en que Babilonia sería regida por distintas dinastías hasta finales del siglo VIII a.C., siglo en que la ciudad fue destruida por el afán Asirio de controlar todas las tribus locales de Mesopotamia. En el 625 A.C., los caldeos, dirigidos por Nabopolasar, tomaron la ciudad. Se fundó así la dinastía neobabilónica y el reino se extendió hacia Palestina y Siria. La ciudad de Babilonia fue reconstruida hasta alcanzar un tamaño de 1000 hectáreas, convirtiéndose en la ciudad más grande del siglo VII A.C. El impero neobabilónico duró poco tiempo, y Babilonia cayó en la invasión de los Persas. Jerjes I la destruyó por completo en el año 482 A.C., tras las revueltas que se levantaron en el seno de la ciudad en contra del imperio Persa.

Si bien es un ejemplo más de las conquistas y batallas ancestrales, a lo largo de todos estos siglos en que las campañas militares sustituían cada cierto tiempo el dominio de Babilonia, existió una historia cultural paralela que abarcó diferentes ámbitos, desde la astrología y las matemáticas, pasando por un intento de establecer de una medida universal para el peso y el tiempo, hasta las primeras escrituras sobre un código civil, conocimiento que los Persas se llevaron al saquear al derrotado.

Es así que otra civilización se encarga de los terrenos del medio oriente, de la agricultura y el desarrollo de tecnología. En el año 559 antes de Cristo asume el trono de Persia Ciro de la dinastía Aqueménida. Hasta ese momento los persas eran nominalmente súbditos de los medos. Con Ciro esto cambió, independizando al país de los Medos y luego lanzando una guerra de conquista contra sus antiguos amos. A pesar de haber derrotado a los medos, Ciro les permitió seguir ocupando cargos y mantener cierta autonomía. Luego se dedicó a conquistar las zonas del Asia Central y la frontera con la India donde se fundaron ciudades y se construyeron fortificaciones para proteger al imperio

contra los ataques provenientes de los bárbaros del Asia Central. A continuación las fuerzas persas pasaron a la ofensiva en Asia Menor dominando el reino de Lidia cuyo rey era el famoso Creso que era uno de los reyes más ricos del mundo. Esta zona junto con Jonia estaba poblada por griegos o tenía influencia griega, es así como este líquido anterior a la actual cerveza cruza el mar mediterráneo y llega a Europa.

Ya en Europa, griegos y romanos, la acogen como segunda bebida, sólo después del vino, situación que acercó esta bebida a diversas poblaciones Europeas, siendo los pueblos gálicos y germánicos los que le toman mayor aprecio y donde se desarrollarían más avances para la mejora del producto. Los pueblos galéicos fueron conjunto de tribus localizados en el noroeste de la Península Ibérica, ocupando la actual Galicia y limitando al este con los astures y al sur con los lusitanos. Habría que excluir del territorio gallego parte de las comarcas de Orense y Lugo donde habitaban astures. Se cree que el nombre de galaicos viene de callaecos y éste a su vez del antiguo irlandés *caill*, galés *celli* y cónicokelli, quedando patente su origen celta.

Una de las características más determinantes de estos pueblos eran sus asentamientos en forma de castros, de los que aún hoy quedan numerosos vestigios (más de dos mil). Estos poblados con casas de forma circular se usaron también en el resto de Europa durante la Edad de Bronce y la Edad de Hierro, pero concretamente en esta zona de la Península Ibérica sirvieron para denominar como “cultura de castros” o “cultura castreña” a estos pueblos, antes de la llegada de los romanos. Tras la Pax Romana, muchos abandonaron los castros para irse a vivir a los valles pero en realidad esta forma de habitar nunca se dejó del todo.

Es en los pueblos Celtas, donde los druidas, representan el estrato de mayor influencia y poder entre los celtas, eran personas que sabían leer y escribir griego y latín, sin embargo optaron dejar por vía oral, en hermosos versos, la crónica de la existencia de su pueblo. Este fue uno de los principales motivos por el cual no se ha considerado la magnitud, en buena parte de los libros de historia, del importante legado celta que fundamenta notablemente la sociedad occidental, ya que los mismos celtas antiguos no creían (o no formó parte de su

tradición) en los documentos escritos. Para ellos, la poesía, no sólo era un recurso literario, sino también mnemotécnico ya que de esa manera intentaban fijar los detalles de las historias en sus memorias. Tan potente fue la tradición oral que ninguna de las historias, leyendas y leyes celtas fueron transcritas hasta seis o siete siglos después del nacimiento de Cristo, labor que realizaron los monjes celtas irlandeses. Estas leyes se basaban en un tipo de sociedad tribal, en ella los hombres eran, primordialmente, responsables el uno ante el otro más que ante una institución impersonal, como por ejemplo un estado, que quedaba relegado a un segundo plano. Por lo tanto un delito no era una ofensa civil sino la vulneración de un derecho privado, quien ofendía a otro pagaba su deuda a la familia de la parte injuriada, no a la sociedad. De no cumplir con estas obligaciones se recibía uno de los peores castigos: la discriminación de sus pares y sobre todo la expulsión del clan, que sólo un hombre tercamente obstinado podía arriesgarse a tan terrible consecuencia, un rasgo similar a los griegos que no concebían la vida fuera de la polis. La estructura social de los diferentes pueblos, clanes y tribus estaba claramente diferenciada en tres estratos representados por los druidas, los nobles y el resto del pueblo. Esta clasificación es similar a la que efectúa Platón en la República, los tres estamentos en cómo se organiza la sociedad (que representan las tres partes del alma: la parte inteligible, la irascible y la concupiscible): los sabios – o filósofos-, los guerreros y los productores de riqueza, en estos últimos se incluyen a los comerciantes, artesanos y campesinos, ya sean ricos o pobres. Los sabios, los que conocen "la verdad", eran los encargados de dirigir la comunidad.

Los bosques inspiraban adoración y terror a las tribus célticas porque se las consideraba morada de los dioses. No es casualidad que a los integrantes de la clase sacerdotal se los llamara druidas, palabra de raíz céltica -"derb" y "dru" quieren decir roble- y significa "conocedores del roble" ya que practicaban sus ritos en medio de la espesura de los bosques. Allí celebraban asambleas, sentados en troncos sagrados, desde donde administraban justicia y decidían la paz y la guerra. Por otro lado es una antigua costumbre celta tocar madera ante el anuncio de un hecho ingrato, superstición que tiene su explicación en los robles azotados por los rayos y centellas en las tormentas, que como

resultado indujeron a creer que estos árboles debían ser la morada de los dioses, de ahí el ritual de tocarlos cuando el peligro acechaba.

En realidad, el término "druida" hace referencia a una jerarquía - la superior - de las cuatro que existían en la casta sacerdotal de los celtas. Los integrantes de la categoría más baja eran los estudiantes o "amdaurs" (aspirantes a druidas), reconocidos por sus túnicas amarillas. En un orden de mayor importancia estaban los "vates", que se distinguían por utilizar el color rojo. El grado de mayor categoría no solo se manifestaba en la vestimenta, sino en las atribuciones y conocimientos. A los "vates" se les debe buena parte de la trascendencia de los mitos, tradiciones, creencias y conocimiento de todo tipo de la civilización celta, ya que ellos eran los encargados de compilarlos para luego transmitirlo al pueblo. Además, practicaban la profecía, estudiaban filosofía, astronomía, medicina, música y oratoria. En una etapa más avanzada, luego de una compleja ceremonia de iniciación, podían usar el color azul, que revelaba que habían accedido al nivel de los bardos. Ellos eran los encargados de amenizar las fiestas y celebraciones recitando, en prosa o en verso, las proezas de los guerreros y de cantar alabanzas a los dioses. Finalmente, en el rango superior, estaban los verdaderos druidas quienes vestían túnicas blancas. Se encargaban principalmente de realizar los sacrificios rituales y familiares y, sobre todo, eran los jueces supremos e inapelables. Era tal el respeto hacia ellos que no necesitaban usar armas para recorrer territorios pertenecientes a varios clanes. Sus santuarios eran de piedra, organizados en forma circular y sin techo, para ver el firmamento y aún se conservan algunos al sur de Inglaterra, los templos o Dólmenes de Avebury y de Stonehenge. Los druidas practicaban el culto a los antepasados, no temían a la muerte ya que creían en la transmigración del alma, y (a pesar de que llevaban a cabo sacrificios humanos) predicaban el valor supremo del Bien.

Los celtas eran entusiastas degustadores de los placeres de la buena mesa. El vino era la bebida de las clases más altas pero el pueblo tomaba *corma*, que era cerveza de trigo mezclada con miel, muy utilizada en los banquetes, los cuales eran muy frecuentes en tiempos de paz. En estos festines los bardos tocaban sus liras y cantaban canciones sobre trágicos amores y héroes muertos en combate. Para comer utilizaban los dedos y ocasionalmente se

acompañaban de un puñal para los trozos de carne difíciles de cortar. Su comida típica incluía cerdo cocido, buey, vaca y jabalí, todo ello acompañado con miel, queso, mantequilla y, por supuesto, *corma* (cerveza). También eran muy aficionados a un juego de mesa llamado *fidchell*, parecido al ajedrez, aunque se jugaba con estacas. Admiraban la artesanía experta y las hazañas intelectuales (sobre todo cuando se exhibía una prodigiosa memoria). Tenían el ideal de una sociedad heroica, pero vivieron como prósperos ganaderos y agricultores, ocupados a menudo en el robo de ganado.

En general, como principal característica de su aspecto físico, eran altos de cabellos castaños y ojos grises. La barba larga era común, al igual que los bigotes espesos y caídos. Las mujeres trenzaban sus largos cabellos y a veces lo recogían en complicados peinados, eran generalmente aficionadas en exceso a los adornos, utilizaban collares, brazaletes y pequeñas campanas que cosían en los bordes de sus túnicas. También llevaban capas con dibujos de rayas o cuadros de brillantes colores, quienes tenían mayores recursos las usaban con bordados de oro y plata. Los hombres utilizaban un collar en el cuello llamado *torques*, que de acuerdo al status social era de bronce, plata u oro. Se cuidaban en su apariencia ya que la obesidad era algo repugnante para los celtas.

Habitaban en aldeas situadas en zonas elevadas para facilitar su defensa en caso de ataque, y se denominaron *castros*, que los romanos llamaron "*oppida* u *oppidum*".

Estos asentamientos estaban fortificados con paredes macizas de tierra, trabadas interiormente con soportes de madera, y con su parte exterior rodeada por un foso. En el interior se construían chozas adosadas a la muralla, lo cual les proporcionaba una mayor solidez. Las casas generalmente eran de forma circular y se hallaban dispuestas sin ningún orden establecido en la ciudad. Además efectuaban numerosas construcciones de carácter religioso fuera de los límites de los castros y en torno a la naturaleza, por ello vivían muy en contacto con ella. Estos monumentos eran llamados Dólmenes, Menhires, Trilitos, construidos sobre piedra, terminados sobre dos columnas y una piedra grande en forma horizontal que le daba terminación.

Era un pueblo guerrero por naturaleza, capaz de luchar de manera muy ruda unos contra otros por un insulto o por el simple placer del combate. Esta ferocidad era alimentada por los druidas en tiempos de guerra mediante los citados sacrificios humanos, destinados a impresionar y asustar a sus enemigos. Pero fueron conquistados por los romanos porque carecían de una estrategia militar, peleaban llevados por su fervor guerrero, a tal punto que tenían la costumbre de pelear sólo con sus armas, un cinturón y su torques.

Sin embargo tardaron años en derrotarlos y nunca pudieron dominarlos completamente porque mantuvieron su cultura viva, su amor a la libertad, a su tierra y sus clanes. Sentimientos que se transmiten en el arte, los mitos y las leyendas, y de manera muy especial en la música de sus gaitas, un instrumento emblemático de estos pueblos, ya que para poder apreciarla en su plenitud hay que tocarla al aire libre. Los acantilados, ante el escenario inmenso del mar, y las altas montañas son el marco ideal para que su voz, extrañamente alegre y melancólica a la vez, resuene en los valles o en las cumbres e inunde de una dulce placidez el alma humana.

Por su parte los pueblos germanos (o bárbaros) son un grupo de pueblos que conquistaron la mayor parte del oeste y del centro de Europa en el siglo V después de Cristo, contribuyendo al fin del Imperio romano de Occidente. Hacia el siglo II antes de Cristo los pueblos germanos ya habían ocupado el norte de Germania (fundamentalmente, la actual Alemania) y el sur de Escandinavia, desde donde procedían.

Los pueblos germánicos (o bárbaros) venían acosando las fronteras del Imperio romano desde el siglo I. Eran pueblos nómadas o seminómadas con una sociedad estratificada: nobles, libres, libertos y esclavos. El rey se elegía entre un miembro de las familias nobles. Los hombres libres juraban fidelidad personal al jefe, y esta era la base de su poder.

Se les conoce como bárbaros por derivación del término “bárbaro” que significa “extranjero” y además porque sus costumbres eran distintas a las de los pueblos cristianos, fe que no conocían.

El primer encuentro entre los pueblos germanos y sus vecinos romanos fue en el siglo II A.C., cuando los cimbrios y los teutones invadieron la Galia, siendo derrotados en la actual Provenza. Sin embargo, para entonces la mayor parte de Germania estaba ocupada por tribus germanas, como los suevos, queruscos y otras.

Cuando los romanos a su vez intentaron conquistar la zona oriental del río Rin, a principios del siglo I D.C., el jefe querusco Arminio (Hermann) les derrotó. Hacia mitad del siglo II D.C., la presión de los germanos sobre las fronteras romanas se intensificó.

El emperador Marco Aurelio Antonino libró con éxito una guerra contra tribus como los marcomanos, los cuados y los yázigas (o yádiz). Para entonces, los ejércitos romanos habían comenzado a usar mercenarios germanos.

El contacto con los romanos hizo que estos pueblos comenzasen a comerciar y a civilizarse, y en el siglo II terminaron por confederarse para luchar contra los romanos. Sin embargo, mientras el poder de Roma fue sólido, no supusieron más que una molestia. Pero a mediados del siglo III la situación política en Roma era caótica; incluso llegó a haber cuatro emperadores simultáneamente.

Durante el siglo III, más emigraciones causaron una crisis dentro del Imperio, cuando los godos, alamanes y francos penetraron en las fronteras germanas. El movimiento se detuvo algún tiempo, en el siglo III, durante los reinados de los emperadores Diocleciano y Constantino I, el Grande, pero se reanudó cuando los hunos, no germanos, que partieron de Asia central en el siglo IV, comenzaron a presionar a los pueblos germanos. En el siglo V, estos últimos ocuparon todo el Imperio romano de Occidente. Durante los siglos siguientes, las tribus germanas se convirtieron al cristianismo y sentaron las bases de la Europa medieval.

Los pueblos germánicos, francos y alamanes, hicieron incursiones destruyendo los campamentos y las ciudades romanas hasta el norte de África. Debido a estas incursiones se amurallaron las ciudades, lo que contribuyó a que decayese la calidad de vida en ellas. Sin embargo, estas no pasaron de ser

unas incursiones de rapiña, más que invasiones, ya que no pudieron asentarse en el territorio. Más importancia tuvo la infiltración pacífica.

Otros pueblos germanos que merecen ser mencionados son los anglosajones, que se establecieron en los siglos V y VI D.C. en Britania; los vándalos, que llegaron a dominar parte del norte de África hasta mediados del siglo VI D.C.; o los lombardos, que conquistaron el territorio septentrional de la península Itálica durante la segunda mitad del mismo siglo.

Las lenguas germánicas aún se hablan en Alemania, Austria, Suiza, Escandinavia, los Países Bajos, Bélgica, Sudáfrica, y en los países de habla inglesa.

Muchos germanos se establecieron como colonos en el territorio del Imperio, en las ciudades como siervos y en el ejército como soldados, llegando a ser la guardia personal del emperador, que con el tiempo estuvo en sus manos. Esto romanizó muchos las costumbres de los pueblos bárbaros, que llegaron a adoptar el latín como lengua, la religión romana y la moneda. Pero, también, entre los romanos se empezaron a introducir costumbres bárbaras, como la fidelidad al jefe.

En el año 313 el Emperador Constantino I el grande y Licinio, dirigentes de los imperios romanos de oriente y occidente respectivamente, promulgan el Edicto de Milán, por el cual se estableció la libertad de religión en el imperio romano, dando fin a las persecuciones dirigidas por las autoridades contra ciertos grupos religiosos, particularmente los cristianos. En el 330 Roma tiene una nueva capital: Constantinopla. La crisis dentro del Imperio es absoluta.

Entre las causas que se han invocado para el comienzo de la invasión germánica (no suficientemente explicadas) están: el empeoramiento del clima en el norte, la explosión demográfica de los pueblos bárbaros, el nomadismo de éstos, y la presión de los pueblos asiáticos, hunos sobre todo (que llegaron a invadir el Imperio). Entre las causas de su triunfo están: la superioridad militar, el establecimiento anterior de población germánica y la crisis de las instituciones políticas romanas.

Las grandes invasiones comenzaron en el 401, con la irrupción de los vándalos. Luego llegaron los visigodos, en el 403, los suevos, en el 406, los burgundos, en el 409, y en el 410 los visigodos de Alarico saquean Roma.

Durante el S. IV después de Cristo va a quedar autorizado el establecimiento de grupos germanos en los confines del Imperio en calidad de federados o aliados de Roma, defendiendo las fronteras del Imperio, frente a la presión de otras tribus. Entre estos pueblos destacan los visigodos establecidos en la zona oriental del Imperio, que inician a fines del siglo IV D.C. incursiones de pillaje por la península de los Balcanes, para iniciar su marcha hacia la península italiana donde se enfrentarán al general romano Estilicón. En el año 410 los visigodos guiados por su rey Alarico toman y saquean la ciudad de Roma, capital del Imperio.

Otros pueblos como los vándalos, junto a los suevos, cuados y alanos cruzan en este momento la frontera del Rhin, atraviesan la Galia y llegan a Hispania en el 409 D.C., donde se establecen como federados. Posteriormente cruzan el estrecho de Gibraltar y fundan en África el reino vándalo. Entre estos pueblos bárbaros que invadieron el Imperio, figurarían también los ostrogodos, que estaban inicialmente asentados junto al mar Negro. Después de ser destruido su reino por la acción de los hunos, que procedían de Asia, los ostrogodos se dedicaron a saquear el área de los Balcanes, para pasar finalmente a la península italiana, donde se establecieron definitivamente.

En determinadas ocasiones la alianza de estos pueblos bárbaros con el ejército romano frenaría a pueblos excepcionalmente belicosos como los hunos de Atila, que fueron derrotados en el año 451 D.C. en las Galias, en la batalla de los Campos Cataláunicos.

Aunque la presión de los pueblos bárbaros sobre las fronteras del Imperio, así como las sucesivas invasiones de estos pueblos son un factor histórico importante, tampoco se pueden olvidar otras causas que influyeron en el final del Imperio romano de Occidente como la decadencia de la vida urbana, el aumento de la burocracia estatal, la crisis económica, la debilidad de los sucesivos emperadores, o la creciente presencia de elementos germanos en el ejército. Si bien podemos considerar que el Imperio romano de Occidente

finaliza en el 476 d.C., en la zona oriental del Imperio el poder de Bizancio perdurará hasta el año 1453 con la toma de Constantinopla por los turcos.

Sin embargo, subsistieron algunas instituciones como la Iglesia y el papado que fue el vínculo de continuidad, y legitimidad, entre el Imperio y los nuevos reinos. Pero el Estado había desaparecido ante los vínculos de fidelidad personal que estructuraban la sociedad germánica.

A pesar de la aparente rapidez con que se suceden los hechos, el proceso de desmoronamiento del Imperio romano no fue cosa de un día, ni siquiera de una generación.

Los germanos constituían un pueblo de raza blanca, de ojos azules y cabellos rubios, que sobresalían por su alta estatura y su físico robusto. No vivían agrupados en ciudades, sino en chozas que se encontraban dispersas por el campo aunque distribuidas según las tribus a que pertenecían. Sus actividades principales eran el pastoreo y la agricultura. Elegían sus jefes entre los guerreros más valientes y los obedecían ciegamente. Muchos germanos militaron en las legiones romanas.

En el aspecto social, cultivaban el amor a la familia y guardaban cierta consideración a las mujeres; no tenían leyes escritas y se basaban en la tradición y las costumbres. El padre ejercía un poder absoluto sobre la familia.

Las cuestiones conflictivas eran sometidas al fallo de los jefes en los casos de menor importancia, pero cuando se trataba de asuntos de mayor interés eran considerados por la asamblea de la tribu.

Los germanos tenían arraigados los sentimientos de libertad, justicia y dignidad personal. Creían en Odín o Wotan, padre de los dioses, de carácter guerrero, que vivía en el paraíso o Walhala, acompañado por dioses menores, como Freijo, esposa de Odín, señora del amor y de la muerte, y Donar, hijo de ambos, dios del trueno y la tempestad. El Walhala era un lugar de eternas delicias al que iban aquéllos que en vida habían tenido un buen comportamiento y los que morían en el curso de la guerra, conducidos por las valkirias, diosas también guerreras. Es esta cultura la que mejor recibe a la cerveza, una bebida que con las condiciones climáticas del centro de Europa

se conservó, mejoró y fabricó de manera más sencilla que en las tierras del desierto como lo fue en Egipto. ¹

Es así que a finales del S. VII D.C. se inició el uso de un ingrediente más, proveniente principalmente de las zonas frías (Europa), el lúpulo, responsable fundamental de la amargura y aroma de la cerveza, utilizado para compensar la dulzura proporcionado por la malta. Además, posee excelentes cualidades aromáticas. Necesita de un clima de frecuentes precipitaciones que permitan una alta producción y una buena aportación de elementos amargos, y también de sol que dote a la producción de elementos aromáticos.

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una planta trepadora de la familia de las cannabáceas, es por tanto, pariente del cannabis.

Sus hojas y flores son de color verde con glándulas de lupulina amarillas debajo de los pétalos. Es una planta de hoja perenne y dioica, que durante todas las estaciones del año se mantienen verdes y que las flores masculinas y femeninas crecen sobre plantas diferentes. Para la elaboración de cerveza se utilizan sólo las flores (también llamadas conos o piñas) de las plantas femeninas antes de que sean fecundadas. Aunque en países como Inglaterra y Bélgica también utilizan, a veces, lúpulos femeninos fecundados que son más fuertes y amargos. Habitualmente, estas flores son desechadas antes de ser usadas.

Se cultiva en más de 50 países. Sin embargo, los países exportadores son sólo Alemania, Estados Unidos de América, Polonia y Eslovaquia. Los otros países consumen toda su producción ellos mismos. El lúpulo sólo crece entre las latitudes 35 y 55 (arriba de la franja del vino), donde la duración del día responde a las necesidades de las flores. El 99,5% de la producción de lúpulo se dirige a la industria cervecera. El resto va a parar a la industria farmacéutica. El cultivo del lúpulo requiere de mucha dedicación, ya que es una planta

¹ Nelson, Max, *The barbarian's beverage: a history of beer in ancient Europe*, New York, New York, Routledge, 2004.

relativamente delicada. Es posible cultivarla a nivel doméstico para elaborar la cerveza casera o como ornamento.

Las flores de la planta del lúpulo contienen en su interior unas glándulas de color amarillo. Estas glándulas están llenas de una resina llamada lupulina, que es el principio activo que los cerveceros buscan en el lúpulo. La lupulina aporta:

- a. **Componentes amargos.** Son aportados principalmente por los llamados ácidos alfa. Dotan a la cerveza de su característica amargura, contribuyen a la formación de espuma y ayudan a la conservación de la cerveza.
- b. **Componentes aromáticos.** Son los llamados aceites esenciales. Incorporan aroma y sabor a la cerveza.
- c. **Taninos.** Contribuyen a la conservación.

La amargura del lúpulo proporciona el contrapunto adecuado a la dulzura de la malta. Este sabor amargo es extraído del lúpulo durante la cocción. Mediante ella, los ácidos alfa insolubles se isomerizan en ácidos iso-alfa más solubles. Se han conseguido aislar en el laboratorio cinco ácidos alfa que están presentes en el lúpulo de forma natural; en proporciones que varían según el tipo:

- ◆ Humulone.
- ◆ Cohumulone.
- ◆ Adhumulone.
- ◆ Prehumulone.
- ◆ Posthumulone

Además de ácidos alfa, el lúpulo también contiene ácidos beta, los cuales también añaden amargura a la cerveza cuando se oxidan. Sin embargo, los ácidos beta oxidados no son tan amargos como los ácidos alfa isomerizados y contribuyen mucho menos a la amargura final de la cerveza. Los ácidos alfa son muy susceptibles a la oxidación (sobre todo a temperaturas elevadas) y

cuando esto ocurre ya no pueden ser isomerizados en ácidos iso-alfa, lo cual merma significativamente su capacidad de amargura. Esta es una característica que hace que su almacenamiento y conservación sean muy delicados. Los cerveceros deben tener esto muy en cuenta, tratando de conseguir lúpulos lo más frescos posibles y de guardarlos en frío (cámaras frigoríficas) y en condiciones anaeróbicas (libres de oxígeno).

- ◆ Existe un consenso generalizado sobre las sinergias que se producen entre los distintos componentes del lúpulo, las que le confieren su inimitable capacidad aromatizante. Mediante técnicas cromatográficas se han conseguido identificar más de 250 aceites esenciales y todavía existen otros muchos aún desconocidos.

- ◆ Los aceites esenciales son extremadamente volátiles y son una razón más para conservar el lúpulo en algún medio anaeróbico, como en recipientes al vacío o bolsas purgadas de oxígeno mediante CO₂ o nitrógeno. Tampoco soportan una cocción dilatada. Es por ello que los lúpulos aromáticos se suelen añadir en los últimos minutos de cocción, mientras que los lúpulos amargos se añaden antes para facilitar la isomerización de los ácidos alfa.

Como ya se ha explicado, los principales responsables de la amargura del lúpulo son los ácidos alfa que contienen sus glándulas de resina. Sin embargo, en realidad, el potencial de amargura depende de otros muchos factores: el tiempo y vigor de la cocción, la densidad y el pH del mosto, la edad y condiciones del lúpulo, el tipo de presentación del lúpulo (natural, tabletas, concentrados, etc.)

Para tener todo esto en cuenta se definió el “International Bittering Unit” (IBU). El IBU es una medida de concentración de ácidos alfa isomerizados en la cerveza acabada. Esta medida se expresa en miligramos por litro o en partes por millón (ppm). Aún así, el IBU no siempre es un indicador de la amargura percibida en la cerveza acabada. La composición iónica del agua, especialmente los niveles de sulfatos y de carbonatos afectan directamente al nivel de percepción de la amargura.

El lúpulo se distribuye para su uso en cervecería de tres formas fundamentales. Cada una tiene sus inconvenientes y sus ventajas.

- Lúpulo natural desecado: si está fresco es la forma que mejor conserva sus propiedades. Para que no pierda calidad debe ser conservado en recipientes libres de oxígeno. Por otra parte, es la forma de distribución más voluminosa.
- "Plugs": se trata de lúpulo secado y comprimido en tabletas o tochos. Cuando es rehidratado se convierte de nuevo en conos de lúpulo. Son más fáciles de proteger del aire, sin embargo, en el proceso de compresión las glándulas de lupulina pueden romperse y facilitar que se volatilicen los componentes aromáticos y se oxiden los ácidos alfa. Son pocas las variedades de lúpulo que se distribuyen de esta forma.
- "Pellets" o bolitas: lúpulo desecado, triturado y compactado en bolitas o barritas similares a las de los piensos de los animales. Ofrecen una mejor protección al aire, aunque su alto grado de mecanización y compresión afectan negativamente a los componentes naturales del lúpulo. Está disponible en un mayor número de variedades y su concentración de ácidos alfa por unidad de peso es mayor, debido a la compresión a la que ha sido sometido.

Además de las tres formas anteriores, que son las principales, una última forma de distribución recientemente introducida en el mercado son las esencias (o aceites) de lúpulos aromáticos. En cualquier caso, para que el lúpulo conserve todas sus propiedades es fundamental conservarlo a la temperatura más baja posible y en contacto con la menor cantidad de aire posible; preferiblemente al vacío.

La región de Rakovník en la República Checa es una zona tradicional del cultivo de lúpulo, es un área de más de 1400 hectáreas, la cual representa la cuarta parte de todas las plantaciones de lúpulo en la República Checa.

Los campos geoméricamente regulares de las plantaciones de lúpulo, formadas por cientos y cientos de robustas y erguidas soleras, de hasta siete metros de altura, enterradas fijamente en el suelo y unidas por la parte de arriba mediante una red de alambres, a la que cada primavera se le atan

alambres guías por los cuales la planta del lúpulo trepa hacia el sol, forman en cada estación del año un paisaje sumamente impresionante que se puede ver solamente en muy pocos lugares. El cultivo de lúpulo tiene una tradición de cientos de años en la región de Rakovník. El lúpulo de Rakovník siempre ha tenido buena reputación y ha sido siempre sinónimo de la mejor calidad. Fue precisamente Rakovník el que comenzó con la denominación de origen del lúpulo, a principios del siglo XVI, hoy día esto es algo completamente corriente, para que con esta medida se evitara la falsificación del lúpulo de Rakovník de primera calidad con lúpulos de calidad más baja provenientes de otras partes.

Ya desde hace mucho tiempo atrás, el lúpulo era considerado un negocio familiar, pero desde el momento en el que se le denomina oro verde, que es como se le denomina al lúpulo, que se comenzó a cultivar al por mayor. En la segunda mitad de agosto, época habitual para la cosecha del lúpulo, iban olas de gente de lugares cercanos a los pueblos donde se cultivaba el lúpulo, y de lugares lejanos para ayudar a recoger la cosecha en breve tiempo, es decir, cuando el lúpulo tiene óptima calidad. La cosecha de lúpulo, que dura de diez a catorce días, se llegó a formar, con el paso del tiempo, un fascinante microcosmos con sus propias reglas, forma específica de vida, habla y costumbres. A partir de la década de los años 40 del siglo XX, la juventud comenzó a recolectar el lúpulo colectivamente, lo cual dio origen a que durante el medio siglo siguiente se produjera un fenómeno incomparable, es decir, las (brigadas de trabajo para la recolección del lúpulo).

Trenes especiales y líneas de autobuses llevaban cada año a la región de Rakovník hasta 30 mil jóvenes a quienes ayudaban otros miles de parientes, llamados las cosechadoras familiares, durante los fines de semana.

El trabajo de miles y miles de manos humanas para la cosecha del oro verde ha sido hoy día sustituido por el trabajo realizado por máquinas cosechadoras, sin embargo, la magia del lúpulo no ha desaparecido. La decoración de los inmensos campos verdes de las plantaciones de lúpulo y el aroma amargo a lúpulo maduro se han conservado, por lo tanto, se puede tener la oportunidad de probar arrancar un par de cuartillas (la medida de lúpulo).

Con el paso de los años de las variedades silvestres de lúpulo se han ido seleccionando las mejores plantas. Obteniéndose lúpulos de excelente aroma y sabor que definen el carácter de la cerveza de una determinada región. Por ello, las variedades de lúpulo van asociadas a estilos particulares de cerveza. Por ejemplo, las pils de Bohemia (República Checa) con lúpulos aromáticos saaz (zatec) o las Pilsen alemanas con lúpulos alemanes como el tettnang, hallertau y spalt.²

Es por el siglo XIII que el Duque de Brabante (Bélgica), Juan I o Jean Primus (mejor conocido como Gambrinus), que de manera directa fortalece la industria de la cebada en el centro de Europa, combatiendo así el hambre que acechaba a los pueblos europeos, indirectamente promueve la producción de la cerveza, con lo que se le da el mote o apelativo de “Gambrinus” o rey de la cerveza, regularmente se le representa con vestimenta de rey ataviado con lúpulos y granos de cebada, descansando sobre un barril de cerveza.

Desde sus inicios, la elaboración de la cerveza se fundamentó en dos ingredientes: agua y cereales (inicialmente espelta, aunque rápidamente sustituida por trigo o cebada; poco a poco, el trigo fue siendo reservado para la elaboración de pan). En aquellos momentos se desconocía cómo se daba lugar a la fermentación (causada por organismos unicelulares, lo que posteriormente se denominaría levadura, que descomponen las moléculas de glucosa de los cereales para obtener energía y como consecuencia producen dióxido de carbono (gas) y alcohol.

A estos dos ingredientes básicos se añadieron, posteriormente, según la región y el elaborador, diferentes hierbas y especias para compensar el dulzor de la malta. Entre estas hierbas estaba el lúpulo, que finalmente fue el tercer ingrediente en formar parte de la receta más común en la elaboración de la cerveza.

² Christine P. Rhodes, *The encyclopedia of beer*, New York, Henry Holt, 1995.

Es un siglo después que los mismos alemanes introducen en 1516 la reinheitsgebot o ley de pureza. Existen dos versiones acerca de las motivaciones de esta ley: la primera, y más extendida, establece que muchos productores de cerveza de diferentes lugares utilizaban más ingredientes, de peor calidad y más baratos para obtener mayor margen en la venta de la cerveza.

Para poder garantizar una mínima calidad y en parte también para prevenir una guerra de precios con los panaderos que pudiera producir una merma en la disponibilidad de pan, se redactó, el 23 de Abril de 1516, la Ley de la Pureza de la cerveza (o Reinheitsgebot), que establecía el precio máximo según la región donde se vendía y se fijaban los ingredientes que la bebida debía contener: cebada, lúpulo y agua.

Al que infringiera la Ley se le confiscarían los barriles sospechosos de contener otros ingredientes de los citados en la Ley.

La segunda se basa en que el Duque Guillermo IV de Baviera tenía el monopolio de la producción de la cebada y para conseguir mayores ingresos promulgó la Ley.³

Los avances tecnológicos continúan, un gran invento revolucionaría la forma de ver las cosas, se trata del microscopio, el ser humano posee el sentido de la vista desarrollado, sin embargo, no se pueden ver a simple vista cosas que midan menos de una décima de milímetro. Y muchos de los avances en química, biología y medicina no se hubieran logrado si antes no se hubiera inventado el microscopio.

El primer microscopio fue inventado, por una casualidad en experimentos con lentes, lo que sucedió de similar manera pocos años después con el telescopio de Hans Lippershey (1608). Entre 1590 y 1600, el óptico holandés Zacharías Janssen (1580-1638) inventó un microscopio con una especie de tubo con lentes en sus extremos, de 8 cm de largo soportado por tres delfines de bronce;

³ Jackson, Michael, *El libro de la cerveza*. Barcelona, España, Blume, 1994.

pero se obtenían imágenes borrosas a causa de las lentes de mala calidad. Estos primeros microscopios aumentaban la imagen 200 veces. En la actualidad los de efecto túnel los amplían 100 millones de veces. Pero es el holandés Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), quien perfeccionó el microscopio usando lentes pequeñas, potentes, de calidad, y su artefacto era de menor tamaño. Alrededor del 1676 logró observar la cantidad de microorganismos que contenía el agua estancada. También descubrió los espermatozoides del semen humano; y más adelante, en 1683, las bacterias como la levadura de cerveza. Se llama levadura al organismo vivo, generalmente un hongo, que produce enzimas, los cuales provocan cambios bioquímicos importantes en productos orgánicos naturales: fermentación. Son capaces de transformar los azúcares en alcohol y CO₂. Se multiplican por gemación o estrangulamiento cada 3 horas.

Su composición es la siguiente:

1. Agua 70,0%
2. Materias nitrogenadas 13,5%
3. Materias celulósicas 1,5%
4. Azúcar 12,0%
5. Materias minerales 2,0%
6. Vitaminas B,PP,E

La célula de levadura está envuelta por una membrana exterior denominada pared celular. La membrana celular que regula los cambios de la célula con el medio exterior permite la entrada de nutrientes a la célula; y el CO₂ y el alcohol son evacuados. La membrana celular se regula por procesos osmóticos (fenómeno de difusión entre dos soluciones de concentración diferente) la cantidad de agua contenida en la célula.

El citoplasma es la parte fundamental viva de la célula y contiene:

1. Un núcleo con los cromosomas (material genético).

2. Algunas vacuolas, pequeños cuerpos elípticos llenos de jugo celular que constituyen las reservas nutritivas.
3. Otros orgánulos, los ribosomas, las mitocondrias.

Las enzimas que se producen a nivel de citoplasma son:

1. Maltasa que transforma la maltosa que penetra en la célula en glucosa.
2. Invertasa que transforma la sacarosa en glucosa y fructosa.
3. Zimasa que transforma la glucosa en fructosa y la descompone en alcohol y CO₂.

Antes de la división de la célula, los cromosomas se sitúan en medio del núcleo y después se dividen en dos partes iguales. Se forma una pared entre las dos mitades de núcleo y éste se divide en dos. Durante este tiempo empieza la gemación. Cuando la yema tiene el suficiente tamaño acoge uno de los nuevos núcleos antes de separarse de la célula madre para dar lugar a una nueva célula.

Este tipo de multiplicación se denomina reproducción asexual y permite a una célula madre engendrar 17 millones de células en 72 horas.

Tanto la ciencia como la tecnología evolucionan y es a finales del S.XVI donde se utiliza por primera vez en la industria cervecera el termómetro, instrumento, que se emplea para medir la temperatura; la presentación más común que éste posee es en vidrio. Para poder determinar la temperatura que medimos, el termómetro cuenta con una escala graduada cuidadosamente que está estrictamente relacionada con el volumen que ocupa el mercurio en el tubo. Existen infinidad de gamas de termómetros, hoy en día se puede encontrar una presentación un poco más moderna de tipo digital, aunque el mecanismo interno no varía. Con esto se pudo controlar la temperatura de cocción de la cebada.

En el mismo siglo, la máquina de vapor de J. Watt, un motor de combustión externa que transforma la energía de una cantidad de vapor de agua en trabajo mecánico o cinético tuvo su aparición, esta inclusión provocó un verdadero

aumento en la producción y sobre todo en el capital de cada industria en la que habían máquinas de vapor, sus mejoras en la producción crecieron rápidamente, además muchas personas se trasladaron fuera de las ciudades pues la evolución de la máquina de vapor facilitó la comunicación y el transporte de ellos situados a los alrededores de las grandes ciudades o de cualquier ciudad, incluida la industria cervecera.

La máquina de vapor permitió mezclar y agitar los líquidos más fiablemente y hacer mayores cantidades de cerveza pues ya no se dependía del factor humano para el movimiento y la agitación. Las bombas eléctricas ayudaron a una mejor transferencia del mosto de un proceso a otro.

La auténtica época dorada de la cerveza comienza a finales del siglo XVIII con la incorporación de la máquina de vapor a la industria cervecera y el descubrimiento de la nueva fórmula de producción en frío, y culmina en el último tercio del siglo XIX, con los hallazgos de Pasteur relativos al proceso de fermentación, así con los avances tecnológicos se fundan las primeras escuelas para cerveceros en Europa y América. Weihenstephan, situada en Freising, a 50 km de Munich Alemania, es conocida mundialmente como la Meca de la cerveza, y eso no es casualidad: se trata de la cervecería más antigua aún existente del mundo entero. La cervecería se transformó en una escuela para cerveceros en 1919 y actualmente es la Facultad Cervecera, de Alimentos y Lácteos de la Universidad de Munich. Casi todos los cerveceros de Europa pasan un año en esta Facultad para ser iniciados en el arte cervecero de los bávaros.

Así, la cervecería Weihenstephan no sólo es la más antigua del mundo, sino también una de las más modernas y pioneras. La estrecha cooperación entre la cervecería y la Universidad se demuestra con 2 ejemplos:

- 1) Weihenstephan no tiene laboratorio propio, todos los análisis, tanto de la materia prima que entra como de las muestras durante la elaboración y una vez terminada la cerveza se hacen en los laboratorios más modernos de la Universidad.

2) La escuela de cerveceros no tiene instalaciones propias, que están usando las de cervecería para hacer elaboraciones de prueba.

Al pertenecer al estado bávaro, las normas de calidad son las más altas posibles y no se busca tanto el volumen, pero la calidad constante.

La fama de sus productos no obstante se encarga de hacer aumentar su volumen en exportación, compensando la pérdida en el mercado nacional alemán que están sufriendo todas las fábricas.⁴

⁴ Cassá, Roberto, *Raíces y desarrollo de un orgullo dominicano: Historia de la cerveza en la República Dominicana*, Grupo León Jimenes, República Dominicana, 2011.

CAPÍTULO II

ORÍGENES DE LAS PRIMERAS CERVECERÍAS

Fue en la edad media, cuando los monjes de los monasterios perfeccionaron la tradición cervecera dando origen a las cervezas de abadía, y mantuvieron en secreto los procesos de elaboración logrando notables avances en el sabor, aspectos y olor de la bebida, además de establecer el uso del lúpulo en la elaboración.

Entre los siglos XIV y XVI se comenzaron a construir las primeras grandes fábricas de cerveza, especialmente en Alemania. En el siglo XV, cuando gobernaba Guillermo IV, se promulgó la primera ley de pureza de la cerveza Alemana Reinheitsgebot, que al día de hoy sigue vigente.

La evolución de la industria cervecera dio un importante avance a partir de 1830, gracias a los inmigrantes alemanes, checos, ingleses y otros originarios del viejo continente, que comenzaron a fabricar en Estados Unidos de América dos cervezas Ale de influencia inglesa, con ayuda de técnicas novedosas como la refrigeración, gracias a la cual pudieron fabricar y consumir cervezas todo el año, independientemente del clima.

El cofundador de la cervecería Anheuser-Busch, Adolfus Busch, integró los sistemas de refrigeración a los vagones de carga, lo que ayudó a transportar barriles de cervezas de la costa este norteamericana a la costa oeste; tiempo después, introdujo procesos de pasteurización, lo que permitió conservar la cerveza por periodos de tiempo prolongados. Otras innovaciones importantes fueron la llegada de la botella de vidrio y el tapón hermético, que facilitaron la distribución de la cerveza por todo el país.

Las décadas finales del siglo XIX fueron conocidas como la época dorada de la cerveza Lager en los Estados Unidos de América. Para 1880 habían 2 mil 300 cerveceros por todo ese país. Sin embargo la primera guerra mundial, la prohibición del alcohol y la gran depresión norteamericana afectaron la producción considerablemente, debido a lo cual, en los siguientes años, sólo unos pocos continuaron elaborando cerveza.

Fue a partir de 1960 cuando surgió un nuevo fenómeno de fabricación artesanal gracias al entusiasmo de nuevos productores que empezaron a elaborar cervezas de estilo Ale, provocando un nuevo auge cervecero.

Anheuser-Bush

Debido a los problemas políticos en Alemania y Bohemia, llegan a mediados de 1800 al estado de San Luis, Estados Unidos de América, inmigrantes alemanes. Situación que desencadenó que la industria cervecera se convirtiera en la principal industria en el estado, es con este cambio en la población que se introduce en los Estados Unidos de América un nuevo tipo de cerveza: la lager, cerveza que además de requerir más cuidado en el proceso requería también más tiempo. El término lager proviene del alemán "lagern" que significa reposo o descanso. Para la mitad del S. XVII ya existían más de 50 fábricas de cerveza en el área.

En 1843, llega primero al estado de Cincinnati y después a San Luis, proveniente de Alemania, Eberhard Anheuser. Un empresario jabonero, quien con el paso del tiempo se convirtió en el poseedor de grandes compañías en el sector del jabón y las velas del estado. Ya con una acaudalada fortuna, el empresario ingresa al sector cervecero en una de las primeras fábricas, la cervecera Bavarian, la cual comenzó a trabajar en 1852, para 1860 Anheuser había comprado totalmente la fábrica y así cambia el nombre a E. Anheuser & Co.

Adolphus Busch, llega a los 18 años a San Luis a través de Nueva Orleans y el río Mississippi. Adolphus comenzó trabajando como empleado a la orilla del río, después de arduo trabajo, a los 21 ya era asociado en una empresa dedicada al suministro de cerveza. Es a través de esta empresa que Busch conoce a Eberhard Anheuser, es presentado con su hija Lily Anheuser y en 1861 contraen matrimonio. Así Busch comienza a trabajar para su suegro y después compra la mitad de la empresa convirtiéndose en socio. En ese momento la cerveza se consumía localmente, es decir en el mismo lugar en el que se producía, Adolphus pensó en crear una cerveza que terminara con esto y se consumiera a lo largo del territorio. En 1876 en equipo con Carl Conrad creó una cerveza lager estilo americano que triunfó y superó las expectativas de

todos, es así como nació la marca “Budweiser” palabra que los alemanes recibirían con gusto y que sería de fácil pronunciación para los estadounidenses, la marca fue un éxito y poco tiempo después se convirtió en el icono principal de la compañía.

A principios de los años 70, Adolphus Busch se convirtió en el primer cervecero norteamericano en usar pasteurización, lo que le permitió la distribución de mercancías a mayores distancias sin consecuencias por el tiempo del transporte.

En los años 80’s introdujo refrigeración artificial y vagones frigoríficos, innovaciones tecnológicas que permitieron a la compañía crecer, ahora ya podían distribuir cerveza a lo largo del país. Así Budweiser se convirtió en la primera marca nacional de cerveza, introducida al mercado en 1876. Después de 20 años Busch introdujo Michelob, la primera cerveza especial de Estados Unidos. Para la correcta venta de sus productos Busch recurrió a canales de venta ya probados pero en una manera más organizada que sus competidores más cercanos, además fue pionero en ofrecer la experiencia de visitar una fábrica de cerveza. En 1879 la compañía cambió nuevamente de nombre, esta vez a Anheuser-Busch Brewing Association, en reconocimiento a los esfuerzos de Adolphus. Un año después Eberhard Anheuser muere y Adolphus se convierte en el presidente de la empresa. Para 1901, la compañía rompió la barrera del millón de barriles vendidos por primera vez, transformándose así en uno de los cerveceros líderes de la nación. Muere en 1913 y su lugar es ocupado por su hijo August A. Busch.

El momento más oscuro en la historia de la cervecera comienza a la media noche del 16 de enero de 1920, cuando la prohibición al alcohol se convierte en ley en los Estados Unidos de América, en vez de cerrar sus puertas como la mayoría de las fábricas de cervezas de la época lo hizo, Anheuser-Busch diversificó su mercado y se mantuvo en el negocio. En este contexto y bajo la dirección de August, la compañía elaboró más de 25 diferentes bebidas no alcohólicas e incluso helado. Para abril 7 de 1933, el alcohol fue legalizado una vez más. La recuperación de la prohibición fue lenta pero estable, el responsable de llevar a flote a la compañía fue Adolphus Busch III, hijo de

August, quien murió en 1934. Las condiciones económicas de la gran depresión también tuvieron efectos negativos en el desarrollo de la empresa, pero gracias a la introducción del uso de latas en el envasado permitieron el repunte en las ventas, las cuales en 1938 llegaron a romper la barrera de los 2 millones de barriles vendidos. Durante la segunda guerra mundial, la compañía apoyó incansablemente las operaciones bélicas de los Estados Unidos de América.

Finalizada la guerra, la empresa Anheuser-Busch, al igual que los Estados Unidos de América experimentó crecimiento y prosperidad. Es en 1946 que August A. Busch Jr. se convierte en presidente de la compañía después de la muerte de su hermano. August Jr. comenzó operaciones en otra planta cervecera en Newark, N.J en 1951. Con el paso del tiempo creó una sólida red de 9 cervecerías en el territorio norteamericano. Bajo su liderazgo las ventas alcanzaron más de 34 millones de barriles y la corporación diversificó sus productos, ahora además de fabricar cerveza, participaban en el entretenimiento familiar, la manufactura de productos industriales, bienes raíces y producción de latas de aluminio. En 1957 Anheuser-Busch se convierte en el líder cervecero de los Estados Unidos, posición que mantiene en la actualidad.

En 2008 InBev compra a la cervecera Anheuser-Busch, convirtiéndose así en Anheuser-Busch InBev, esta nueva compañía es la más grande en el sector cervecero.⁵

InBev

Los orígenes de Interbrew datan de la fundación de la destilería Den Horen en 1366. En 1717 se cambió el nombre de la destilería a Artois, cuando Sebastian Artois, el maestro cervecero, adquirió la destilería. Artois, se convirtió en una empresa de éxito y en 1987 se fusionó con Breweries Piedboeuf para formar Interbrew. La compañía creció rápidamente mediante las adquisiciones que realizó durante la década de 1990. Esta empresa se fusionó con la brasilera

⁵ Anheuser-Busch, Recuperado en 2011 en: <http://www.anheuser-busch.com>

AmBev en el 2004 conformando la cervecera más grande del mundo en cuanto a producción se refiere.

Anheuser-Busch InBev

Es una compañía cervecera que cotiza en las bolsas de valores de Europa y Estados Unidos de América. Es el líder global en cerveza, maneja un portafolio de más de 200 marcas de cerveza incluidas las de mayor representación en el mercado mundial como la Budweiser®, Stella Artois® y la Beck's®. Incluye también marcas de rápido crecimiento y presencia en el mercado como la Leffe®, Hoegaarden®, además de otras cervezas locales como la Bud Light®, Skol®, Brahma®, Quilmes®, Michelob®, Harbin®, Sedrin®, Klinskoye®, Sibirskaia Korona®, Chernigivske®, and Jupiler®, entre otras. Además, la compañía es dueña del 50.2% de las operaciones de Grupo Modelo, el líder mexicano en el sector cervecero y productor de la marca Corona®, cerveza conocida y admirada a nivel mundial. La dedicación y patrimonio cervecero se basa en técnicas originadas desde 1366 en la planta cervecera de Den Hoorn in Leuven, Bélgica y en el espíritu pionero de la cervecera Anheuser & Co.

AB Inbev funciona con el trabajo diario de 114 000 empleados localizados en 23 países alrededor del mundo. En 2010 la compañía tuvo una ganancia de 36.3 billones de dólares. Con operaciones y acuerdos de licencia a lo largo del mundo Anheuser-Busch Inbev es verdaderamente una cervecera mundial.⁶

SABMiller

Es la segunda cervecera por volumen en el mundo después de InBev. La compañía surgió por la fusión de South African Breweries, Miller Brewing en 2002 y Bavaria S.A. en el 2005.

La compañía domina los mercados de África, Norteamérica, Europa Oriental y Sudamérica. La sede de la empresa se encuentra en Londres, Inglaterra.

El 19 de julio de 2005, SABMiller se fusionó con Bavaria S.A. la mayor cervecera de Colombia y la décima del mundo (por esto es también accionista

⁶ AB-InBev, Recuperado en 2011 en: <http://www.ab-inbev.com/>

mayoritaria de Unión de Cervecerías Peruanas Backus and Johnston) y la segunda de Sudamérica. También adquirió parte de Industrias La Constancia de El Salvador, y de la hondureña Cervecería Hondureña.

En febrero de 2008 aumenta su participación en la cervecera holandesa Royal Grosh N.V. del 14.76% al 94.65%, haciéndose con su control absoluto. La cantidad desembolsada son unos 816 millones de euros.

La empresa también es propietaria del 100% de la polaca Kompania Piwowarska desde que comprara en mayo del 2009 la adquisición del restante 28.1% con 1 100 millones de dólares.⁷

Carlsberg Group

Jacob Christian Jacobsen, fundador de Carlsberg, fue el único hijo de Christen Jacobsen, empresario cervecero, y de Caroline, una tejedora de seda. Christen inicialmente trabajó para la cervecera del Rey (King's brew-house), pero para el momento del nacimiento de su hijo ya era propietario de su propia fábrica de cerveza en Brolæggerstræde en Copenhagen, tomando como base un negocio ya existente. Así Christen Jacobsen se convirtió en la figura líder de la industria Danesa de cerveza.

Para 1823 compró parte de la empresa donde comenzó a trabajar, permitiendo así incrementar las cifras de la empresa.

Christen estaba interesado en la ciencia de la época y asistió a una serie de clases de ciencia impartidas por el físico danés H.C. Ørsted, quien descubrió el electromagnetismo y fundó la Universidad Tecnológica en 1829. Estaba de la misma forma fascinado por la tecnología moderna y fue el primer cervecero en Dinamarca en utilizar el termómetro en su proceso de producción.

J.C. Jacobsen trabajó en la empresa familiar desde niño tomando cada vez más responsabilidad en la empresa mientras que la salud de su padre comenzaba a fallar. Por recomendación de su padre continuó asistiendo a las lecciones de química y junto al interés de H.C. Ørsted por la fermentación

⁷ SABMiller, Recuperado en 2011 en: <http://www.sabmiller.com/>

cultivaron un compromiso con la ciencia y con desarrollar el arte de hacer cerveza con el mayor grado de perfección.

Christen Jacobsen murió en 1835 y su esposa se convirtió en la dueña de la empresa y su hijo de 24 años, tomó toda la responsabilidad del manejo y producción de la planta. Al morir su madre en 1844 J.C. Jacobsen no sólo heredó la cervecería sino también una fortuna en efectivo, lo cual se convertiría en el capital inicial de la cervecería Carlsberg.

Para 1836 J.C. probó su primera cerveza lager importada de Bavaria, despertando así su gusto por la investigación en el campo cervecero, llevándolo a visitar fábricas en Hamburgo para conocer el proceso de producción utilizado. Se dio cuenta que existía un gran mercado aun sin explotar para este tipo de cerveza por lo que trabajó para producirla a mayor escala.

En 1842 J.C. Jacobsen procrea junto con su esposa, Laura Holst, su segundo y único hijo sobreviviente Carl Jacobsen. Al igual que su padre, Carl se convertiría en un prodigio cervecero y en un gran amante del arte de la época.

J.C. Jacobsen realiza diversos viajes a Alemania para estudiar la técnica alemana de la producción de cerveza tipo lager, la cual era mucho más clara, refrescante y estable que la obscura "ale", la mayor consumida en Dinamarca en esas épocas. Este tipo de cerveza necesitaba almacenarse en lugares fríos y en 1844 J.C. obtiene el permiso para construir una bodega de almacenamiento en el Bastion de Hahn, en las afueras de Copenhague.

En uno de sus viajes a Munich en 1845, adquiere una cantidad de levadura de la cervecería Gabriel Sedlmayr del tipo "Zum Späten". Después de un largo viaje y refrescando el bote de levadura en cada parada de ferrocarril J.C. estaba listo para la producción y es durante el invierno de 1845-1846 que produjo sus primeros 300 barriles de cerveza bávara tipo lager. La cual rápidamente se volvió muy popular entre los consumidores. J.C. se dio cuenta que su producto no tenía competidores y el mercado era absolutamente suyo y que la cervecería en Brolæggerstræde y las bodegas ya existentes no serían suficientes para el futuro. Para hacer frente a la demanda de su nueva cerveza

lager J.C. Jacobsen estableció una fábrica más grande que la propia. Tomando en cuenta que el espacio para almacenamiento y el tipo de agua que se utilizaba eran factores determinantes decidió instalar la primera fábrica de cerveza bavara tipo lager en la montaña de Valby, un lugar a las afueras de Copenhague. Contrató a los mejores arquitectos para que le ayudaran en el diseño y la nombró Cervecería Carlsberg, en honor a su hijo Carl y al “bjerg” (montaña) en donde estaba construida.

La primera producción salió a la venta en noviembre de 1847 y fue vendida bajo el nombre de cerveza Carlsberg lager, el éxito fue indiscutible y para 1860 la producción se había incrementado a 20,000 barriles, posicionando internacionalmente a J.C. Jacobsen como pionero en el sector cervecero.

Las nuevas tecnologías fueron apareciendo y al igual que su padre, las utilizó para la mejora de la producción, un ejemplo es el uso del aparato de refrigeración de Carl von Linde para la producción de hielo artificial. Esta preocupación por mejorar la calidad del producto lo llevaron a motivar a sus empleados, ofreciéndoles formación además de un mejor salario.

Su hijo Carl debía continuar con la tradición cervecera en la familia, es así que es enviado durante 4 años (1866) a estudiar y trabajar en Francia, Alemania y Austria. A su regreso en 1870, su padre le entrega la cervecería Annexe para que comience su negocio independiente. La primera producción fue hecha en febrero de 1871. J.C. recomendó a su hijo Carl producir cervezas tipo “ale” y “porter”, para el mercado nacional y la exportación, pues creía que no había suficiente mercado para 2 productores de cerveza tipo lager. La demanda por cerveza lager creció rápidamente, lo que la porter y ale no, estas mostraban dificultad para ser vendidas, Carl rápidamente dio un giro a su producción a la popular lager, así padre e hijo se convirtieron en competidores.

Como parte de los avances en la ciencia, J.C. Jacobsen estableció el laboratorio Carlsberg, para estudiar el malteado, producción y fermentación. Desde sus primeros pasos como cervecero J.C. reconoció la importancia de la ciencia y siempre experimento con procesos en sus esfuerzos para controlar las fases con las que cuenta la producción de cerveza.

Hoy en día el laboratorio es una división independiente del centro de investigación Carlsberg.⁸

Heineken

Heineken tiene una presencia internacional a través de una red global de distribuidores y productores de cerveza. De la misma forma posee y gestiona una de las carteras más importantes de volumen de ventas y rentabilidad. Se marca principal es Heineken®, pero el grupo produce y vende más de 200 marcas y sidra incluidas; la Amstel®, Birra Moretti®, Cruzcampo®, Dos Equis®, Foster's®, Kingfisher®, Newcastle Brown Ale®, Ochata®, Primus®, Sagres®, Sol®, Star®, Strongbow®, Tecate®, Tiger® y Zywiec®.

En junio de 1863, Gerard Adriaan Heineken comienza pláticas para comprar la cervecería Holandesa Haystack por un precio muy razonable pues la industria cervecera se encontraba en severa caída en ese país. Al pactarse la compra fue rápidamente reubicada del centro de Amsterdam a las afueras de la ciudad en Stadhouderskade. Esta nueva fábrica fue equipada a fin de producir cerveza en Amsterdam. Heineken quiso introducir una cultura de la cerveza en los cafés y entre la elite intelectual del país. De la misma forma el puerto de Rotterdam se preparaba para abrir una fábrica similar, intentando con esto atraer y promover fuertemente la cultura de la cerveza local. Así, la Bierbrouwerij Maatschappij NV quedó establecida en 1867.

La calidad fue el todo en los inicios de la cerveza, debido a que la mayor parte de la cerveza era transportada a los clientes por barco y los viajes tomaban más de 2 semanas cada uno, el producto estaba expuesto a una serie de condiciones que ponían en riesgo la calidad, como por ejemplo los cambios de temperatura. Un riesgo muy particular era la levadura. Para trabajar en esta tarea Heineken equipó un laboratorio y contrató químicos expertos para trabajar en el tema de la levadura. Así el Doctor H. Elion continuó con la investigación hasta lograr cultivar una cepa pura de levadura en 1886, la Heineken A-levadura.

⁸ Carlsberg Group, Recuperado en 2011 en: <http://www.carlsberg.com/>

La investigación científica fue benéfica en diversos aspectos, el proceso de fermentación de fondo requería una alta cantidad de hielo, lo cual significaba que la cerveza dependía de la naturaleza y las condiciones del impredecible invierno europeo. Para eliminar este obstáculo, el Doctor C. Linde desarrolló máquinas enfriadoras, siendo así Heineken el primer cervecero holandés en usar hielo y un sistema de enfriamiento en la elaboración de la cerveza, esto en 1881. Gerard Heineken muere repentinamente en 1893 dejando a su hijo con un gran legado cervecero y la famosa estrella de 5 picos en las etiquetas de cerveza.

Es en 1914 que Henry Pierre Heineken, hijo de Gerard Heineken toma la dirección de la empresa, estimulando la introducción de nuevas tecnologías. Con un inmenso mercado de exportación, la cervecería empieza su propia producción de cerveza embotellada en 1929, con esto Heineken estuvo dispuesto a garantizar una mejor calidad de producto.

Para poder dar abasto al crecimiento del mercado, con ayuda del arquitecto Kromhout se diseñó y reconstruyó la fábrica de Rotterdam de manera impresionante, la cual pronto fue llamada por todos como la catedral de la cerveza. Botellas de cerveza Heineken fueron embarcadas a todas partes del mundo desde esta fábrica, muchas de ellas zarparon a Estados Unidos de América donde Leo van Munching logró que la marca se convirtiera en una de las cervezas importadas más apreciadas. Es a partir de esto que Heineken se da cuenta que la atención a mercados extranjeros era imprescindible, bajo la guía de Dirk Stikker y Piet Feith, Heineken la compañía nacional se transformó en una organización internacional, bajo la premisa de construir plantas cerveceras fuera de Holanda, ya sea de manera independiente o en alianza con otras compañías. Así junto con Fraser y Neave, estableció en Singapur la cervecera Malayan, ésta era la primera vez que se producía cerveza bajo el nombre de Tiger en 1932, tres años después adquirió cervecerías en la isla de Java; Indonesia, el Congo Belga y Egipto.

Antes de asumir la dirección de la empresa Alfred Heineken, vivió 2 años en los Estados Unidos de América. Ahí aprendió tanto como fue posible acerca de la venta de cerveza, descubriendo los anuncios y el poder de la marca de

Heineken. A su regreso a Amsterdam, Alfred trajo consigo ideas que iniciarían una pequeña revolución en la compañía. Heineken quiso aparecer en anuncios, éstos no fueron únicamente para vender la cerveza sino la marca (por aquel tiempo se creía que los anuncios era un lujo innecesario, pues un buen producto se vende por si solo). De cualquier Alfred logró su cometido y la primera botella de cerveza Heineken salió a la venta en 1948. Debido a que las compras eran principalmente tarea de las mujeres, era necesario alentar a los consumidores a comprar cerveza Heineken y no otra. Así comenzó una larga campaña publicitaria, los anuncios en ese momento se enfocaron en la marca y no en el producto. La bandera negra a través de la etiqueta de la botella fue donde se imprimió el mundo Heineken en vez de la pilsener (tipo de cerveza). Incluso la forma en que el nombre Heineken fue escrito se pensó para resaltar, antiguamente era escrito con letras mayúsculas y cambio a letras minúsculas, la letra “e” se volvió cursiva con un cambio en su posición un poco al fondo. La “e” delgada nació y finalmente se redujo el tamaño de la estrella roja de 5 picos haciendo la marca Heineken más prominente.

Paralelamente las operaciones de Heineken, Van Marwijk y De Pestors fundaron su propia Beiersch Bierbrouwerij en Amsterdam en el año 1870. La cervecera se llamó como el río al lado del cual fue construida, Amstel. Por muchos años Heineken y Amstel compitieron intensamente en Holanda. Amstel fue famosa por el sofisticado diseño y producción de cervezas oscuras. Al igual que Heineken disfruto de un fluorescente mercado de exportación y expandió sus actividades a todos los rincones del mundo, por ejemplo Grecia en donde ha sido la marca líder de cerveza desde 1965, lo mismo en Surinam, vendida bajo el nombre de cerveza Parbo. A pesar de innovaciones como un tipo de botella que se abría sin necesidad de un destapador y una fuerte campaña publicitaria, las ventas de Amstel comenzaron a caer. Al mismo tiempo cerveceras extranjeras buscaron penetrar el mercado Holandés, en 1967 la cervecera Oranjeboom de Rotterdam fue comprada por el grupo aliado de cerveceros ingleses, mientras que la Stella Artois de Bélgica tomó control de la cervecera Dommelsche, lo cual provocó inquietantes noticias para Heineken. Es así que no quedó otra opción a Heineken más que trabajar junto y cooperar con Amstel en 1968. Mucho tiempo pasó antes de que ambas

cerveceras establecieran una cultura mutua. Finalmente Amstel ocupó un lugar en la cartera de cervezas de Heineken y cambió su logo. En 1972 Heineken's Bierbrouwerij Maatschappij cambia a Heineken N.V.

En los años 70's el mercado de la cerveza en Europa estaba muy segmentado ya que cada país tenía su forma tradicional de hacer cerveza, para el año 1971 Heineken contaba solo con el 2.8% del mercado europeo. Es por esa razón que se asoció con la empresa Dreher en Italia y Whitbread en el Reino Unido, pero Alfred Heineken deseaba que su producto tuviera una penetración mayor. Francia fue el siguiente país en donde se dio a conocer la cerveza con la compra de la cervecera l'Espérance en Estrasburgo, empresa con gran presencia en Francia por la reconocida marca Mützig. Tiempo después, en Italia la familia Luciano ofreció en venta a Heineken la mayor parte del grupo Dreher, oferta que no desaprovechó. Con esto no sólo Francia e Italia fueron mercados abiertos a la cerveza Heineken sino que dos fuertes marcas fueron adheridas a la cartera de productos. Como resultado de una fuerte campaña publicitaria como lo fue "Heerlijk Helder Heineken" (hermoso, brillante, Heineken.), la demanda en Holanda era más fuerte que nunca, de tal forma que la compañía resolvió cerrar la fábrica de Rotterdam y reemplazarla con instalaciones completamente nuevas en el área rural de Holanda, abriendo sus puertas el 18 de abril de 1975 con una capacidad de producción de 1.5 millones de hectolitros por año, añadido a esto se construyó una planta de purificación de agua, comenzando así la tradición de producción amigable con el ambiente. Para principios de 1980 Heineken estaba disponible en 145 países alrededor del mundo. La botella verde etiquetada de exportación se unió a otros productos como porta vasos, anuncios de luz neón y paraguas de playa. Solo en los países bajos permaneció la etiqueta roja.

El avance a través de Europa continuó y en 1983 la cervecera Irlandesa Murphy fue absorbida por Heineken y un año después adquirió la española Águila. Desde 1932, continua con una activa participación en el mercado del lejano oriente, con Malasia, Singapur e Indonesia como principales mercados en la región. En 1983 China abrió sus puertas a la cervecera Heineken.

En Europa, después de la caída del muro de Berlín, Heineken se expandió al este, en 1991 adquirió la mayor parte de la cervecera Húngara Komarom. El siguiente país fue Polonia donde la ya famosa Zywiec se convirtió en la nueva compañera oriental con miras en un futuro de ingresar a Rusia. En el lejano oriente, Heineken construyó plantas en Vietnam, Tailandia y Camboya. El confiable slogan “Heerlijk Helder Heineken” fue remplazado en 1991 con el nuevo “Beer as it was meant to be”, el cual era aplicable a todos los mercados europeos. El viejo slogan regresó en 1994 y Heineken continuó fortaleciendo su posición a través de Europa, en Francia con la marca Fisher, en Italia con Moretti y en España con Cruzcampo. Para principios del año 2002, Alfred fallece y deja su gran legado a su hija Charlene de Carvalho-Heineken, continuando con la tradición familiar de la cerveza.

La adquisición de Brau-Beteiligungs A.G en Austria fue la más grande hasta la fecha en la historia de Heineken, aumentando significativamente el liderazgo de la marca en Europa. El negocio se sigue formando a través de adquisiciones y asegurando la creación de valor en las transacciones. En Rusia y China la posición de la cervecera es fortalecida a través de otras adquisiciones. En México se concluye un acuerdo con FEMSA para distribuir las marcas más fuertes de la cartera. Para 2005 Heineken introduce Heineken Light en los Estados Unidos y después en Francia, adquiriendo un número de fábricas cerveceras en Alemania, Rusia, Asia Pacífico (Vietnam), la República Checa, Serbia, Escocia e India. Se introduce el barril portátil, el Heineken DraughtKeg.⁹

Guinness

La historia de Guinness es un agitado cuento de inspiración, dedicación, ingenuidad y esfuerzo, es la historia de cómo una cerveza negra irlandesa se convirtió con un poco de magia en una de las cervezas más amadas en el mundo. Tiene como mercado principal Gran Bretaña, Irlanda, Nigeria, Estados Unidos de América y Camerún.

⁹ Heineken, Recuperado en 2011 en: <http://www.heineken.com>

Sus inicios se remontan al año 1759, cuando Arthur Guinness firmó el arrendamiento de una fábrica de cerveza en desuso en St. James' Gate (Dublín).

Famosa por su procedencia irlandesa y su excepcional color, la más prestigiosa de las cervezas negras se fabrica en más de 50 países y se disfruta en aproximadamente 150.

Guinness es una cerveza negra seca del tipo "stout". Cerveza de malta con 4,1% vol. alcohol y es de fermentación superior. Menos amarga y se bebe más fría, se debe de servir a una temperatura de 4° - 8° °C. La cerveza comercializada en barriles (Draught beer) contiene ciertas cantidades de nitrógeno (N₂) así como dióxido de carbono. El nitrógeno es mucho menos soluble que el dióxido de carbono (CO₂), lo que permite a la cerveza almacenarse en estos recipientes sin que se convierta en una bebida carbonatada. La alta presión del gas disuelto, permite que se formen pequeñas burbujas y al servirse se genere la espuma característica de la Guinness. La cremosidad de la Guinness de barril es debido en parte a su pequeña cantidad de dióxido de carbono y de esta forma se generan pequeñas burbujas debido al uso de gas de nitrógeno a alta presión.

La lata exclusiva "CGD" (Canned draught Guinness), la cual contiene una cápsula que libera CO₂ al abrirla, reconstituye las condiciones para servirla como de barril obteniendo así la cremosa espuma que se sirve en los bares.

Conserva los eternos símbolos de la célebre cervecera de Dublín: El Arpa, el Oro y la firma del fundador Arthur Guinness.

Las dos variantes principales de Guinness: Guinness Draught y Guinness Foreign Extra Stout:

- Guinness Draught, que se vende fundamentalmente en Europa, América del Norte, Japón y Australia, está disponible como Guinness Original, Extra Cold, Extra Smooth y, más recientemente, Guinness Red.

- Guinness Foreign, Extra Stout es la cerveza negra de exportación original y es la variante principal de Guinness en el Caribe, África y Asia.¹⁰

Beck's

Creada en Alemania, es una cerveza estilo Pilsener de fermentación baja. Ha sido elaborada en Bremen en el norte de Alemania, desde 1874. Es la cerveza de exportación más importante de Alemania, que se venden en unos 120 países, y representa más del 85% de las exportaciones de cerveza alemana a los Estados Unidos de América. Desde el principio, Beck fue elaborada de conformidad con la Reinheitsgebot, la ley alemana de pureza de 1516, que obliga a los fabricantes de cerveza a producirlas a partir de malta de cebada, lúpulo y agua. En estos días esta receta también incluye la levadura. Pertenece a la cervecería alemana Brauerei Beck GmbH & Co KG. En 2002 dicha cervecería fue comprada por la empresa Belga Interbrew.

Asahi

La historia de Asahi (significa "sol naciente") está indisolublemente ligada a la historia de la cerveza en Japón. Las andanzas de la cerveza comienzan en los puertos comerciales japoneses a finales del S. XIX, abiertos a la fuerza por potencias extranjeras. El éxito de la cerveza subió como su espuma. Tanto que el gobierno japonés decidió crear su propia fábrica.

El emplazamiento elegido fue el de Sapporo, en la septentrional isla de Hokkaidou. Tan sólo diez años después el gobierno vendería la empresa a manos privadas, renombrándose la empresa llamándola Sapporo Brewery Ltd. Era 1886 y muchas otras cerveceras japonesas nacieron en ese periodo. Y una de ellas fue Osaka Brewing Company. En ésta trabajaba Hiizu Ikuta, quien había estudiado en la célebre escuela Weihenstephan de Baviera. Fruto de su estudio nació, en una de la empresas controladas por Osaka Brewing una cerveza llamada Asahi. Era 1892.

¹⁰ Guinness, Recuperado en 2011 en: <http://www.guinness.com/>

En 1906 se fusionaron tres de las mayores empresas del país: Sapporo, Nippon Brewing Company y Osaka, formando un consorcio que acaparó las ventas de cerveza durante más de 40 años. Se llamó la Dai Nippon Brewery.

A mediados de los años 40's, Dai Nippon controlaba el 70% de las ventas de cerveza del país. Fue entonces cuando el gobierno intervino, obligando a la empresa a dividirse y se estableció Asahi Breweries, Ltd. tras la división de Dai Nippon Breweries, Co., Ltd. en Asahi Breweries, Ltd. Y Nippon Breweries, Ltd., comercializando la Sapporo, siendo Tamesaburo Yamamoto su primer presidente. Desde el principio la compañía apostó fuerte por la investigación siendo una empresa pionera en este ámbito. Así, en marzo de 1965 presentaron al mundo los primeros tanques de almacenamiento al aire libre, siendo instalados en las plantas de Hataka, Nishinomiya, y Azumbashi. Actualmente este sistema de tanques se emplea en todo el mundo, demostrando ser un gran éxito. En 1966 continúa la expansión de la compañía con la inauguración en abril de la actual Asahi Breweries' Hokkaido Brewery en Hokkaido y en diciembre de la Asahi Soft Drinks' Kashiwa Plant en Kashiwa. Fruto de su política de investigación en junio de 1971 lanza al mercado la primera cerveza japonesa en lata de aluminio. Dos años después dispone de dos nuevas plantas, esta vez en Fukushima y Nagoya.

Asahi fue la primera cervecera en comercializar cerveza en lata en Japón, novedad que introdujo en el año 1958. Sin embargo, la popularidad de la marca fue decayendo: de una cuota de mercado del 36% en 1949 hasta tan sólo un 10% en 1981. Los directivos, reunidos en tensa sesión, examinaron los resultados de las encuestas a la luz de los malos datos. El motivo de las bajas ventas estaba claro: la cerveza era mala.

Ante ello, Asahi decidió resolver el problema e importar la materia prima de países con mayor tradición productora y, a su vez, enviar a estudiantes a formarse fuera del país. Y como resultado de tanto esfuerzo surgió Asahi Super Dry, su producto más internacional y exitoso.

Asahi Super Dry tuvo una aceptación enorme, sobre todo entre jóvenes consumidores, que además quedaron fascinados. A finales de los 80's Asahi se convirtió en la segunda cervecera del país, tan sólo por detrás de la histórica

Kirin. Y en 1997, Asahi Super Dry se convirtió en la cerveza más bebida de Japón. Pero entonces llegaron las happoshu.

Como se sabe, las happoshu son cervezas con menor cantidad de malta y tuvieron éxito inmediato a causa de su bajo precio (la mitad de una cerveza normal). Asahi, sin embargo, no se decidió a entrar en este mercado hasta que los beneficios de sus competidoras fueron notables. Sólo entonces Asahi apostó por este producto, convirtiéndose, casi de inmediato, en la receptora del 23% de las ventas de este tipo de bebidas. Con este punto anotado, Asahi Beer superó por primera vez a Kirin Breweries en la lucha por el mercado japonés en el 2001. Hoy en día Asahi sigue creciendo gracias a participaciones en otras cerveceras y a sus exportaciones. Asahi es fácil de encontrar en casi cualquier restaurante japonés u oriental.

En 1982 Asahi firma un acuerdo con la cervecera alemana Löwenbräu por la cual la famosa cerveza venida de Múnich será fabricada en Japón. Cinco años después lanza la primera dry beer de la isla siendo un rotundo éxito de ventas, momento que coincide con una serie de acuerdos comerciales con Alemania para cultivar lúpulo en el país europeo. Un año después firma con la británica Bass para importar su Pale Ale. Pero no todo son ampliaciones y contratos y así, en marzo de 1989 se funda la Asahi Beer Arts Foundation.

En los siguientes años la empresa comienza a diversificar sus negocios invirtiendo en farmacéuticas y fabricando latas. Sigue ampliando mercado y llega a un acuerdo con la canadiense Molson Breweries para que esta produzca la Asahi Super Dry. Un año después forma una asociación con la china Tsingtao, la mayor fábrica cervecera de su país. También alcanza acuerdos con la estadounidense Miller, y la checa Staropramen.

Actualmente Asahi constituye un verdadero imperio en el país del sol naciente produciendo aproximadamente el 66% del alcohol de consumo doméstico en Japón y posicionando su marca Asahi Super Dry en la novena posición de ventas en el mercado mundial.¹¹

¹¹ Asahi Breweries, Recuperado en 2011 en: <http://www.asahibeer.com/>

Labbat

En un poco más de una década después de llegar a London, Ontario, en Canadá proveniente de Irlanda John Kínder en cooperación con Samuel Eccles compró la cervecera Simcoe Street. Para 1855 se convirtió en el propietario y el nombre fue cambiado a John Labatt, marcando el inicio de una de las más grandes y exitosas compañías cerveceras de Canadá.

Junto a la pasión por la fabricación de cerveza, los conocimientos sobre negocios dieron a John Kínder la oportunidad de expandir sus ventas a Toronto y Montreal.

Para esas fechas la producción de cerveza ya era una tradición familiar con la incursión de su hijo John Labatt Jr. desde temprana edad, el cual tomó las riendas de la empresa después de la muerte de su padre en 1866.¹²

Stella Artois

La historia de Stella Artois comenzó en el año 1366, en un pequeño pueblo llamado Leuven en el centro de Bélgica, donde se producía cerveza en una casa

llamada “Den Hoorn” (El Cuerno). Años más tarde, “Den Hoorn” fue rebautizada bajo el apellido de su más grande Maestro Cervecerero: Sebastián Artois, quien compró la cervecería como legado para sus hijos.

Su obsesión por la calidad lo llevó a la búsqueda constante de una cerveza superior y, finalmente, como resultado de la intensa exploración, la cervecería Artois presentó orgullosamente su mejor producto: “Stella Artois” (“Stella” del latín estrella), que fue lanzada al mercado como una edición limitada para Navidad.

Desde entonces, Stella Artois es la auténtica cerveza europea y su sabor intenso y distintivo es disfrutado en todo el mundo.

¹² Labbat, Recuperado en 2011 en: <http://www.labatt.com/>

Stella Artois es tradición, herencia y sofisticación, es una marca con más de 600 años de historia cervecera, a través de los cuales se ha ido perfeccionando el ritual de la servida, hoy considerado como “El Ritual de la Perfección”.¹³

Brahma

La cerveza Brahma fue creada por Joseph Villager en 1888. Desde entonces ha fluído a través de Brasil, agregando la energía, pasión y el espíritu creativo “ginga”, filosofía brasileña, fusión de la creatividad, ingenio y vivir la vida con esfuerzo.

Brahma es la cerveza más popular en Brasil, se encuentra desde la ciudad de Sao Paulo hasta la playa en Rio de Janeiro. Hoy en día Brahma se encuentra en todo el mundo, con su inigualable y distintivo sabor, 4.8% de alcohol y su curvilínea botella, Brahma es la cerveza que se puede disfrutar de día o de noche.¹⁴

Quilmes

Cervecería y Maltería Quilmes, es una marca de cerveza de origen argentino. Fue fundada por el inmigrante alemán Otto Bemberg en 1888 y recibe este nombre por haber sido fundada en la Ciudad de Quilmes, en el Partido homónimo de la Provincia de Buenos Aires. La primera cerveza fue tirada en 1890.

Quilmes domina aproximadamente el 75% del mercado argentino de cerveza. Se caracteriza por tener un logotipo con colores de la bandera de Argentina y es patrocinador oficial de la Selección Argentina de Fútbol y de Quilmes Atlético Club.

La empresa posee plantas en Quilmes, Nueva Pompeya, Zárate, Córdoba, Tres Arroyos, Corrientes, Trelew, Tucumán y Mendoza. Su volumen de venta en el negocio de cervezas es de aproximadamente un total de 17 millones de

¹³ Stella Artois, Recuperado en 2011 en: <http://www.stellaarthis.com/>

¹⁴ Brahma, Recuperado en 2011 en: <http://www.brahma.com/>

hectolitros al año. También exporta su marca insignia Quilmes a varios países de Sudamérica, España, Estados Unidos de América y Australia, entre otros.

Adquirida por el grupo belga- brasileño Anheuser-Bush InBev.¹⁵

Cuauhtémoc Moctezuma

Fundada en 1890 en Monterrey, inició operaciones dos años después produciendo mil quinientas botellas diarias. La primera cerveza que salió al mercado fue Carta Blanca en botella transparente y tapón de corcho reforzado con alambre. Unos años más tarde la empresa contaba con 642 empleos generados, 100 mil barriles de producción anuales y 365 toneladas diarias de hielo.

En 1905 nació la cerveza Bohemia, y al pasar el tiempo de la Revolución, la empresa creció y creó la Fundación de Fabricas Monterrey, FAMOSA, que producía corcholatas y latas; en 1921 establecieron la empresa Malta, que procesaba sus propias maltas.

En pleno crecimiento, Cuauhtémoc adquirió la Cervecería de Tecate, que impulsó a la primera cerveza en lata que hubo en México.

Cuauhtémoc ha sido pionera en muchos aspectos, como en lanzar en 1960 la botella retornable de 32 onzas, conocido como caguama, o la primera cerveza light, Brisa, en 1979. En 1985 la empresa adquirió a la Cervecería Moctezuma, importante empresa mexicana fundada en 1894 en Veracruz, por lo que las marcas importantes como XX Lager, Sol, Noche Buena y Superior se integraron a esta familia cervecera.

Hace apenas un año, tuvo lugar la estratégica unión de Cuauhtémoc Moctezuma con la cervecera holandesa Heineken. El grupo opera seis con más de 18 mil trabajadores.

A lo largo de su trayectoria, la empresa ha buscado la máxima integración industrial, estableciendo fábricas para satisfacer sus necesidades de material,

¹⁵ Quilmes, Recuperado en 2011 en: <http://www.quilmes.com.ar/>

empaque e insumos. Esta visión dio origen a empresas como: Vidriera Monterrey, Hylsa, Fábricas Monterrey, Empaques de Cartón Titán, Grafo Regia y Malta.

Durante más de un siglo, Cuauhtémoc Moctezuma se ha enfocado no sólo en ampliar sus instalaciones, sino en generar obras de beneficio social y familiar para sus trabajadores, como la Sociedad Cuauhtémoc y Famosa (1918); el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (1943), a iniciativa de Don Eugenio Garza Sada; y el Salón de la Fama del Béisbol Profesional Mexicano (1973).¹⁶

Grupo Modelo

En 1925 nació la Cervecería Modelo en la Ciudad de México y dio a conocer sus cervezas Modelo y Corona. Tres años después, las ventas de estas dos cervezas ascendían ya a ocho millones de botellas. Ya con la cerveza Negra Modelo en el mercado, la empresa comenzó a realizar en 1930 exportaciones esporádicas a Estados Unidos de América y tres años después, su crecimiento le permitió adquirir una de las compañías cerveceras más importantes de la época, la Cervecería de Toluca y México, que fabricaba la marca Victoria.

El éxito de sus cervezas y de su publicidad permitió que en 1954 se sumaran la Cervecería del Pacífico, de Mazatlán, y de la Cervecería La Estrella de Guadalajara, así como otras empresas más.

La cerveza Corona tiene su propia historia al ser pionera en posicionarse en el gusto de los consumidores a través de una cuidada y reconocida campaña publicitaria o del patrocinio de equipos deportivos. En 1979, esta cerveza se exportó por primera vez a los Estados Unidos de América teniendo un desarrollo que hoy en día la ubica como la cerveza importada más vendida en ese país.

¹⁶ Cuauhtémoc Moctezuma, Recuperado en 2011 en: <http://www.cuamoc.com/>

En el resto del mundo, la cerveza Corona representa en gran medida a la industria cervecera mexicana, por ser la más vendida en el mundo con presencia en 180 países.¹⁷

¹⁷ Grupo Modelo, Recuperado en 2011 en: <http://www.gmodelo.mx>

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CERVEZA

Materias Primas (Descripción)

La elaboración de la cerveza se puede hacer con cualquier cereal, el cual debe ser preparado para que sus azúcares sean fermentables. La preparación se refiere a una modificación controlada de las condiciones de crecimiento del grano.

Este proceso es conocido como *malteado*, proceso aplicado a los granos de cereal, en los que dichos granos son sumergidos a agua con altas temperaturas para posteriormente secarlos rápidamente mediante aire caliente. El principal grano malteable es la cebada

Cebada/Malta

La cebada es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas, sus azúcares no son inmediatamente accesibles y es necesario activar sus enzimas las cuales reducirán las cadenas de almidón para liberar azúcares. A diferencia de las cervecerías, las cuales se encuentran principalmente cerca de sus zonas de comercialización, las malterías están situadas, primordialmente, cerca de su fuente de materia prima: cebada de malteo.

Son dos tipos de cebada las utilizadas en maltería: 6-hileras y 2-hileras. En general, la cebada de 2 hileras es más gruesa y con cáscara más fina que la cebada de 6-hileras. Esto es debido a que el grano de la cebada de 2-hileras tiene mayor espacio para crecer y desarrollarse, por lo general produce malta con mayor cantidad de extracto, menor contenido de proteínas y enzimas.

Se puede encontrar básicamente cuatro categorías de malta:

- **Malta básica:** Maltas claras, poco horneadas con gran poder enzimático. Son las maltas llamadas lager, pale o pils, según el fabricante.
- **Maltas especiales:** Maltas de color que va de ámbar a negro, muy horneadas y con poco o nada de poder enzimático. Se usan en pequeñas

cantidades para incidir sobre el color o el gusto de la cerveza. Hay una gran variedad de este tipo de maltas, entre las que se pueden citar las maltas negras, maltas chocolate o maltas tostadas.

- **Maltas mixtas:** Maltas más tostadas que las maltas base pero conservan propiedades enzimáticas suficientes para sus propios azúcares, de manera que pueden ser utilizadas como bases o como aditivos. En esta categoría se encontrarán las maltas de color caramelo y ámbar.
- **Cereales crudos, tostados o gelatinizados:** Los cereales pueden ser utilizados sin maltear para cumplir con diferentes gustos, aromas, textura y otras características de la cerveza. Se usan en pequeñas cantidades.

Se concluye que la calidad de los cereales, sus variedades y la calidad del proceso de malteo definen la calidad de la cerveza.

Lúpulo

Actualmente, en la elaboración de la cerveza, el aditivo principal que se utiliza para hacer de contrapeso (equilibrante) al dulzor de la malta es el lúpulo (*Humulus lupulus*). De esta planta se utiliza sin fecundar la flor hembra, llamada “cono”.

En la base de sus bracteolas, hay unas glándulas que contienen la *lupulina*, que es el ingrediente que aportará a la cerveza su sabor amargo y los aromas propios. Del amargor son responsables los ácidos amargos y los aromas proceden de aceites elementales constituidos en especial por compuestos bastante volátiles y delicados a base de ésteres, y de resinas. El lúpulo es la causa de la estimulación del apetito que produce la cerveza. Para su comprensión, también se clasifican en categorías:

- **Lúpulos amargos**

Estos lúpulos son los que aportan más ácidos amargos que aromas. Los representantes más conocidos de esta categoría son el *brewer's gold* y el *northern brewer* o *nordbrauer*.

- **Lúpulos aromáticos**

Lógicamente, éstos aportan más elementos aromáticos que amargos. En este apartado se conocen especialmente el *saaz/zatec* que definen el estilo *pilsner* de cerveza, el *spalt* y el *tett nang* en el área alemana, y los *golding* y *fuggler* en el área anglófona.

- **Lúpulos mixtos**

Aportan ambas características aunque menos acentuadas. Esta categoría es muy variable y mal definida.

El lúpulo es muy delicado, solamente se puede utilizar fresco durante los pocos meses de su cosecha, que coincide con la de la vendimia: finales de agosto a octubre según las variedades y el sitio. Fuera de este intervalo temporal se tiene que acondicionar, de manera que el mercado presenta diversas formas que van desde el lúpulo deshidratado hasta extracto de lúpulo. Lógicamente, en cada manipulación se van perdiendo características y no es lo mismo utilizar un lúpulo fresco o congelado que un aceite de concentrado de lúpulo. El efecto organoléptico sobre la cerveza es muy diferente. La variedad y la frescura del lúpulo influyen muy sensiblemente en la calidad final de la cerveza. Las formas de uso son en extracto, “pellet” o en polvo; aunque la forma más habitual es en “pellet”.

El lúpulo puede adquirirse y usarse en forma de “pellets”, palabra inglesa utilizada en la jerga cervecera, que significa “pildorita”. Las hay de dos clases: para impartir amargor y para impartir aroma. Los “pellets” tienen la ventaja de evitar la rápida degradación propia de las flores. Las grandes fábricas utilizan extracto de lúpulo, que apenas tiene aroma; pero la gran masa de bebedores no es consciente de ello. También utilizan en ocasiones para dar aroma extractos de esencias de aceites. Tienen el inconveniente de que en mayor o menor cantidad contienen “mirceno”, que también proporciona olor desagradable.

Agua

Aproximadamente el 70% de la cerveza es agua.

Aparte de las características bacteriológicas y minerales de potabilidad, cada tipo o estilo de cerveza requerirá una calidad diferente de agua. Algunas requieren de agua de baja mineralización, otras necesitan aguas duras con mucha cal. Actualmente, prácticamente ya no se hacen cervezas con agua tal y como fluye. Casi todas las cervecías tratan las aguas de manera que siempre tenga las mismas características para una misma fórmula de cerveza.

Para el tratamiento de agua se emplean generalmente dos procesos: Electrodialisis reversible y ósmosis inversa.

Electrodialisis reversible: Proceso de ionización del agua, muy eficaz para la desalación de aguas salobres, tanto que el agua obtenida es mezclada con agua bruta para obtener mejor rendimiento del proceso.

Ósmosis inversa: Mecanismo de alta presión basado en fenómenos de ósmosis. La separación del agua y la sal se realiza a través de membranas semipermeables que permiten el paso del agua, pero invirtiendo el proceso, es decir, por la aplicación de una presión superior a la osmótica que comprime contra la membrana semipermeable el agua salda, haciendo que éste pase hacia el otro lado de la membrana, obteniéndose el agua desalada.

Entre los minerales del agua que más interesan a los cerveceros están el calcio, los sulfatos y los cloruros. El calcio aumenta la extracción tanto de la malta como del lúpulo en la maceración y en la cocción y rebaja el color y la opacidad (o lo turbia que es) de la cerveza. El cobre, el manganeso y el zinc, inhiben la floculación de las levaduras. Los sulfatos refuerzan el amargor y la sequedad del lúpulo. Los cloruros dan una textura más llena y refuerzan la dulzura.

Actualmente, se consumen aproximadamente 3 hectolitros de agua por cada hectolitro de cerveza producido. Por esta razón, la tendencia es reducir el consumo de agua.

Levadura

La mayoría de los estilos de cerveza se hacen usando una de las dos especies unicelulares de microorganismos del tipo *Saccharomyces* comúnmente

llamados levaduras, hongos que como indica su nombre consumen azúcar y producen alcohol y anhídrido carbónico. Existen dos tipos básicos diferentes de levadura que definen los dos grandes grupos estilísticos de cervezas:

La levadura de alta fermentación es la que se encuentra normalmente en la naturaleza. Taxonómicamente recibe el nombre de *Saccharomyces cerevisiae*. Se encuentra en los tallos de los cereales y en la boca de los mamíferos. Fue descubierta por Louis Pasteur en 1852 en sus investigaciones sobre la cerveza. Esta variedad actúa a temperaturas de entre 12 y 24 °C y se sitúa en la superficie del mosto. A las cervezas que se consiguen con este tipo de fermentación se les llama de alta fermentación o *Ales*. Existen muchas variantes de esta levadura adaptadas a cada estilo de cerveza.

La levadura de baja fermentación es una variedad descubierta involuntariamente por los cerveceros del sur de Alemania que sometían sus cervezas a una maduración a bajas temperaturas en las cuevas de los Alpes. Estos hongos, de la especie *Saccharomyces uvarum* (también denominada *S. carlsbergensis*), actúan a temperaturas de entre 7 y 13 °C y se suele situar en el fondo del fermentador. Las cervezas que se elaboran con esta variedad son las llamadas de baja fermentación o *Lager*.

Una de las innovaciones para mejorar el proceso de producción de cerveza es el nacimiento de la técnica de cultivo puro y se debe a los estudios del botánico Danés Emil Christian Hansen que gracias a sus investigaciones sobre enfermedades de la cerveza concluye que las alteraciones más importantes son debidas a las bacterias y otras levaduras.

Los cultivos puros se preparan mediante el aislamiento de una célula única de manera que se garantice una masa genética homogénea de la levadura por la multiplicación vegetativa. Las ventajas de trabajar con un cultivo puro son la obtención de fermentaciones más regulares, cervezas de sabor más homogéneo y más puro.

Adjuntos. Arroz y Grits

Con el grits (fécula de maíz refinada) nos referimos a cualquier ingrediente o malteado que proporcionan carbohidratos extractables que no provienen de la

malta y cuyas propiedades complementan a la malta y ayudan a la brillantez y estabilidad coloidal de la cerveza.

Descripción del proceso de la elaboración de la cerveza

I. Malteado y tostado de la cebada

El proceso de malteado y tostado de la cebada de manera general consiste en tres fases:

Germinación: Etapa donde el grano es sometido a condiciones de humedad que lo hacen germinar, para que de manera natural se realicen los procesos enzimáticos que convertirán el gluten en azúcares. De este proceso resulta la malta verde.

Secado: Se somete el grano germinado a un secado por aire moderadamente caliente durante un tiempo considerable (2 o 3 días), con esto se paraliza la germinación y se prepara la malta seca, que puede conservarse durante más tiempo.

Tostado: Este proceso se realiza con el objeto de oscurecer la malta y así determinar el color de la cerveza. La malta se introduce a tambores de tostado especialmente diseñados para este fin, este proceso consiste en someter la malta a temperaturas de acuerdo al grado de tostado que se quiera obtener, a bajas temperaturas el tostado es poco y se obtienen maltas claras (Lager o Pale), a medida que se aumenta la temperatura del horno, la malta es cada vez más oscura, se puede llegar al punto de quemarla dando como resultado, malta negra. Por lo que se concluye que el grado de tostado de la malta determina el color de la cerveza.

II. Molienda de malta

La molienda consiste en destruir el grano, respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina. La malta es comprimida entre dos cilindros pero evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto; a su vez convierte el interior del grano en una harina lo más fina posible. Estas dos condiciones, cáscara entera y harina fina no podrán respetarse si el grano no está seco

(excepción molienda húmeda) y muy bien desagregado; una tercera exigencia es un buen calibrado de la malta. La molienda debe ser también regulada según el cocimiento; si se utiliza un alto porcentaje de granos crudos o adjuntos es necesario moler fuertemente.

III. Maceración

Los ingredientes previamente tamizados (malta y adjuntos) se introducen en grandes recipientes con agua a una temperatura específica y en un tiempo específico se remueve hasta formar un líquido dulce color ámbar. La proporción entre la malta y los adjuntos suele ser aproximadamente de un 1/3 de malta.

Paralelamente se calienta una mezcla acuosa de malta hasta aproximadamente 55°C, se detiene la temperatura para activar las enzimas y posteriormente se eleva nuevamente hasta 90°C, para ser mezcladas ambas en un solo recipiente. Dicha mezcla está destinada a ser sometida a una serie de operaciones para la activación de diversas enzimas que reducen las cadenas largas de azúcares en otras más simples y fermentables.

De esta mezcla se obtiene un líquido dulce color ámbar que contiene azúcares, proteínas, vitaminas y minerales, el cual se le conoce como mosto.

IV. Filtración de Mosto

Una vez obtenido el mosto en el macerador es necesario separarle la cascarilla resultante, ya que es conveniente la obtención de un mosto limpio libre de impurezas que estorben en la fermentación, es por esta razón que la malta remojada que se forma al final del proceso anterior denominada "afrecho" se retira y se emplea como subproducto para la elaboración de alimento para animales. A esta base se le suele denominar primera filtración, ya que la segunda se hace tras la fermentación.

V. Ebullición del Mosto

Tras el filtrado se introduce el mosto filtrado en una olla de cocimiento o lupulación (sistema de calentamiento a base de vapor) y se pone a hervir durante algún tiempo (puede durar casi una hora) con el objeto de esterilizarlo de bacterias que hayan podido aparecer durante los procesos anteriores, en

este momento se añade el lúpulo con un doble objetivo: proporcionar un aroma característico y al mismo tiempo frenar los procesos enzimáticos anteriores.

Esta etapa del proceso influye definitivamente en la estabilidad del sabor de la cerveza.

VI. Separación de “Trub”

Definiremos “Trub” como un complejo proteína-polifenol que se forma durante la ebullición del mosto y se debe eliminar antes del enfriamiento en el tanque de mosto caliente ya que causa efectos negativos en la calidad de la cerveza. En el tanque de mosto caliente (Whirlpool), el mosto hervido y lupulado entra de forma tangencial y debido al efecto de la fuerza centrífuga, centrípeta y la gravedad, se separa el complejo proteína polifenol y se sedimenta al fondo del tanque.

VII. Enfriamiento del Mosto

Una vez separado el mosto de las proteínas es transferido a unidades de intercambio de calor por los que circula agua helada, el mosto es enfriado y a la vez saturado con oxígeno estéril para inocular la levadura de cultivo e iniciar así la fermentación.

VIII. Fermentación

Ya frío y esterilizado el caldo, se le agrega el fermento o levadura (cultivo que puede ser seco o líquido), de un tipo de bacteria en particular que hará el trabajo de convertir los azúcares en alcohol.

Durante la fermentación se produce abundante dióxido de carbono que es un gas, y debe dejarse escapar del recipiente de fermentación, o corremos el riesgo de un aumento excesivo de la presión interior. Industrialmente este dióxido de carbono se recupera para ser inyectado a la cerveza durante el embotellado (el CO₂ resultante se envía a una torre de adsorción con carbón activado, con el objeto de deodorizar) a fin de proporcionarle el "gas" que todos conocemos.

Se conocen de forma básica dos tipos de levadura, la tipo Ale y la Lager, para cada una de las cuales existen diferencias en el modo de operar durante el proceso de fermentación y las que a su vez producen cervezas de diferente "cuerpo".

La fermentación dura varios días (aproximadamente 3 semanas) y con ella la cerveza está lista para pasar a la fase de maduración.

IX. Maduración de la Cerveza

Una vez terminada la fermentación la cerveza ha conseguido ya el grado alcohólico que previamente se determinó pero presenta demasiada turbidez debido entre otras causas a los residuos de levadura que aún permanecen en suspensión siendo en consecuencia su sabor bastante áspero y desagradable por lo que a este producto se le denomina "cerveza verde".

La maduración es entonces el período, más o menos largo, durante el cual la cerveza sufre un reposo prolongado con la finalidad de clarificarla mediante un proceso físico de separación y precipitación de las aglomeraciones proteínicas residuales de la malta, los adjuntos y el lúpulo conduciendo todo esto a la mejora de las condiciones organolépticas del producto que será entregado al consumidor final.

La cerveza procedente de los tanques de fermentación es enfriada con mayor intensidad hasta 0°C y enviada mediante bombas a los tanques de maduración en los cuales tendrá un reposo de entre 2 a 6 semanas dependiendo del grado de maduración programado y el esperado refinamiento del sabor que deseemos obtener para el tipo de cerveza y el segmento poblacional para el cual se esté produciendo.

X. Filtración de la cerveza

Después de la maduración se lleva a cabo la clarificación de la cerveza, proceso de filtración en el cual el medio filtrante se mezcla en los taques de inyección de tierra diatomacea a fin de separar cualquier levadura y proteína precipitada durante el reposo y de esta manera obtener la brillantez adecuada para envasarse.

La cerveza filtrada con el contenido de gas carbónico ajustado, se almacena a bajas temperaturas en tanques cerrados y presurizados donde son liberados por el laboratorio de aseguramiento de calidad para posteriormente iniciar su envasado.

XI. Envasado

El embotellado o enlatado industrialmente se realiza a baja temperatura y alta presión para que se mantenga disuelto el dióxido de carbono que ha sido inyectado a la cerveza. La cerveza es foto-activa, es decir, la luz lentamente modifica su composición, por tal motivo las botellas para cerveza suelen ser de color oscuro ámbar o verde.

Este proceso consta de siete pasos:

- ✓ Desempacado de botella
- ✓ Lavado de botella
- ✓ Llenado y coronado
- ✓ Pasteurización
- ✓ Etiquetado (si es necesario)
- ✓ Empacado
- ✓ Almacenado y embarque

Existe una tecnología denominada de unitanques (enfriados con chaqueta de amoníaco) en donde se llevan simultáneamente la fermentación y el reposo.

También existen cervecerías que utilizan el denominado proceso “kraussen” que consiste en inyectar a los tanques de reposo una parte (10%) de la carga de los tanques de fermentación en su más alto grado de fermentación, proceso que se denomina segunda fermentación.¹⁸

¹⁸ Grupo Modelo, Recuperado en 2011 en: <http://www.gmodelo.mx/>

CAPÍTULO IV

SUBPRODUCTOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

I. Bagazo (También llamado “spent grain”, “brewer’s grain” ó “draff”)

Definición

El bagazo es un subproducto del proceso de fabricación de cerveza que contiene los residuos de la malta y adjuntos que participan en la etapa de maceración, restos que posteriormente son filtrados para su recuperación.

Principalmente el bagazo consta de cascarilla de grano de malta, pericarpio (parte del fruto que recubre la semilla) y fragmentos de endosperma (tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla).

En contenido, el bagazo tiene mitad de carbohidratos y el resto de proteínas y lignina (sustancia que acompaña a la celulosa en las paredes de los tejidos lignificados). Los carbohidratos incluyen trazas de almidón, celulosa, β -glucanos y arabinoxilanos.

El bagazo se considera una fuente de proteína no-degradable y con vitaminas solubles en agua para la producción de alimentos balanceados para animales. El bagazo también puede ocuparse como fertilizante, en producción de pan, así como en la de biogás. El bagazo también es un medio ideal para el cultivo de hongos.

El bagazo puede definirse también como biomasa, ya que es materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Bioteología

Se define como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

Como se mencionó anteriormente, la biomasa es el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación

natural o artificial de la misma. La energía que se obtiene de la biomasa corresponde a toda aquella que pueda obtenerse de la misma, bien a través de su quema directa o su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible tal como biogás o biocombustibles líquidos.

La energía de la biomasa proviene en última instancia del sol, mediante la fotosíntesis. El reino vegetal absorbe y almacena parte de la energía solar que llega a la tierra, las células vegetales utilizan la radiación solar para formar sustancias orgánicas a partir de sustancias simples y dióxido de carbono (CO₂) presente en el aire. El reino animal incorpora, transforma y modifica dicha energía. En ambos procesos de transformación se generan subproductos que no tienen valor en la cadena nutritiva o no sirven para la fabricación de productos de mercado, pero pueden utilizarse como combustible en diferentes aprovechamientos energéticos.

Para el protocolo de Kyoto, la biomasa tiene un factor de emisión de dióxido de carbono (CO₂) de cero. La combustión de biomasa produce agua y CO₂ pero la cantidad emitida de dióxido de carbono fue captada previamente por las plantas durante su crecimiento, es decir, el CO₂ forma parte de un flujo continuo de circulación natural entre la atmósfera y la vegetación, por lo que no se presenta un incremento en las emisiones de CO₂.

Su uso contribuye a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera siempre y cuando sustituya un combustible fósil.

El uso energético de la biomasa se basa principalmente en dos procesos de conversión:

- Combustión directa para generación de electricidad, vapor y calor.
- Producción de biogás para generación de electricidad y calor.

Combustión directa de biomasa

Corresponde a la quema directa de biomasa en un horno o caldera. En general el proceso se describe de la siguiente manera:

La biomasa se almacena en un depósito de alimentación (lugar cerrado y habilitado para tales fines), a continuación se prepara un combustible lo que correspondería a trozar, picar, la biomasa sólida y posteriormente un proceso de secado. El equipo que se utiliza principalmente en este proceso es un secador rotatorio, el cual utiliza vapor seco o aire caliente. Para biomasa de pequeño tamaño se pueden utilizar secadores de transporte neumático.

Posteriormente el combustible se transporta en camiones tipo tolva, a través de un sistema neumático al silo de la caldera donde se mezclan previo a su combustión.

Para un aprovechamiento más alto del combustible, se recomienda que en su trayecto al silo de la caldera, la biomasa sea liberada de todo el material ferroso que contenga mediante un separador magnético suspendido en la correa transportadora. El tamaño de la biomasa puede ser clasificada mediante discos de clasificación de material, los cuales pueden ajustarse de acuerdo al requerimiento de la caldera. Posteriormente, la biomasa se mezcla y homogeniza en el interior del silo de almacenamiento, desde el cual se lleva mediante una banda transportadora al horno donde se producirá la combustión.

La energía proveniente de la combustión es transferida al agua para producir vapor, esta transferencia se realiza en una caldera. Es necesario contar con un sistema de ignición, para el arranque de la caldera, una vez que se obtiene una temperatura adecuada, el sistema es capaz de sustentarse por sí solo, no necesita fuentes externas de calor para mantener la combustión.

El vapor mueve una turbina que conectada a un generador, propicia la producción de energía eléctrica. El vapor de agua ha pasado por la turbina, ya a menor presión y temperatura, se lleva hasta un condensador, refrigerado por agua, debido a ese descenso térmico, el vapor se convierte nuevamente en agua y se traslada a un circuito cerrado hasta las paredes de la caldera iniciándose nuevamente el proceso.

La tecnología más difundida a escala comercial es la tradicional parrilla, utilizando tanto parrillas fijas, horizontales e inclinadas, como móviles y vibratorias.

Aunque en los últimos 20 años está tomando fuerza la tecnología de lecho fluidizado para grandes equipos utilizados en plantas térmicas como termoeléctricas.

Con una implementación mucho menor, existen tecnologías comerciales para la combustión de biomasa, los hornos de combustible pulverizado y los de combustión ciclónica.

Existe una diversidad de hornos que se utilizan para quemar biomasa. (Hornos con parrilla móvil, quemador simple y lecho fluidizado)

Cabe comentar que toda combustión directa de biomasa producirá residuos sólidos, los cuales serán inertes si la biomasa no ha sido previamente sometida a tratamiento con productos químicos.

Las sales minerales junto con otros productos resultantes de la combustión incompleta de la biomasa constituyen las cenizas del proceso que bajo determinadas condiciones son restituidas al suelo como fertilizantes.

Por otro lado, los gases de combustión pasan por los sistemas de control de emisiones antes de ser descargados a la atmósfera.

Obtención de biogás mediante digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o “biogás” (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S) y en digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca) y compuestos de difícil degradación.

El biogás contiene un elevado porcentaje de metano, CH_4 (50-70%) por lo que es adecuado para un aprovechamiento energético mediante su combustión en motores, en turbinas y calderas, solo o mezclado con otro combustible.

El proceso de digestión anaerobia es idóneo para la reducción de emisiones de efecto invernadero, el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos, el mantenimiento y mejora del valor fertilizante de los productos tratados.

La digestión anaerobia se aplica a residuos ganaderos, agrícolas, así como a residuos de industrias de transformación de dichos productos.

La digestión anaerobia también es un proceso adecuado para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica, como las producidas en muchas industrias alimentarias.

Los beneficios de la digestión anaerobia son:

1. Mineralización
2. Producción de energía renovable
3. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la reducción de emisiones incontroladas de CH₄.

La digestión anaerobia se puede llevar a cabo con uno o más residuos considerando que sean líquidos, contengan material fermentable y tengan una composición y concentración relativamente estable.

Características del Biogás

Producto gaseoso resultante de la digestión anaerobia de compuestos orgánicos. Su composición depende del sustrato digerido y del tipo de tecnología utilizada, a continuación se describe una posible composición:

- 50-70% de metano (CH₄).
- 30-40% de anhídrido carbónico (CO₂).
- 5% de hidrógeno (H₂), ácido sulfhídrico (H₂S) y otros gases.

Gracias a su alto contenido de metano, el biogás puede tener un poder calorífico mayor que el poder calorífico del gas natural. Por ejemplo, un biogás con un contenido en metano del 60% tiene un poder calorífico de 5500 kcal/Nm³, es decir es un combustible ideal.

El biogás producido en el proceso de digestión anaerobia en la industria cervecera puede tener los siguientes usos:

1. En una caldera para la generación de energía.

2. En motores o turbinas para generar electricidad.

Para la industria cervecera es de suma importancia la renovación de dichas energías, ya que cualquier variación o cualquier corte de energía representan una pérdida cuantiosa de toda la producción que se tiene en proceso, ya que son procesos continuos, además de buscar alternativas para que el proceso sea lo más amigable posible con el ambiente.

II. Generación de CO₂, recuperación y uso.

Durante el proceso de fermentación se produce dióxido de carbono (3.2-3.5 kg CO₂/hl de cerveza). Una parte del CO₂ generado puede recuperarse para su uso en la cervecería (aprox. 65 %), aunque otra parte se desprende a la atmosfera. Para que el CO₂ recuperado pueda ser utilizado en el proceso, debe ser filtrado, depurado (desodorizado y secado), licuado y almacenado, lo que conlleva un consumo de energía y agua adicionales.

Sin embargo, alrededor del mundo se considera una mejora al proceso de elaboración de la cerveza la recuperación y reutilización del CO₂ dentro del proceso productivo. Aparte de las ventajas medioambientales de esta técnica (reducción del CO₂ total emitido por la actividad, reducción del transporte de CO₂ hasta las instalaciones) presenta otras de carácter general para la empresa:

- El uso de un CO₂ de origen natural y con unas características conocidas.
- Menor dependencia con respecto a las empresas suministradoras.
- Generalmente, menor costo.
- Empresa socialmente responsable al reducir emisiones de CO₂.

En la siguiente tabla se evalúa la recuperación del CO₂ generado durante la fermentación.

Evaluación	Sistema con recuperación de CO ₂	Sistema sin recuperación de CO ₂
Recuperación (Kg CO ₂ /hL cerveza)	< 2.5	---
Emisión atmosférica (Kg CO ₂ /hL cerveza)	0.8 – 1	3.2 – 3.5

Es importante mencionar que a pesar de la recuperación del CO₂ y su reutilización en el proceso, una gran cantidad se emite a la atmósfera. Sin embargo la mejora dada por el ahorro en el consumo de CO₂ de origen externo y por tanto una disminución de la producción global del mismo.

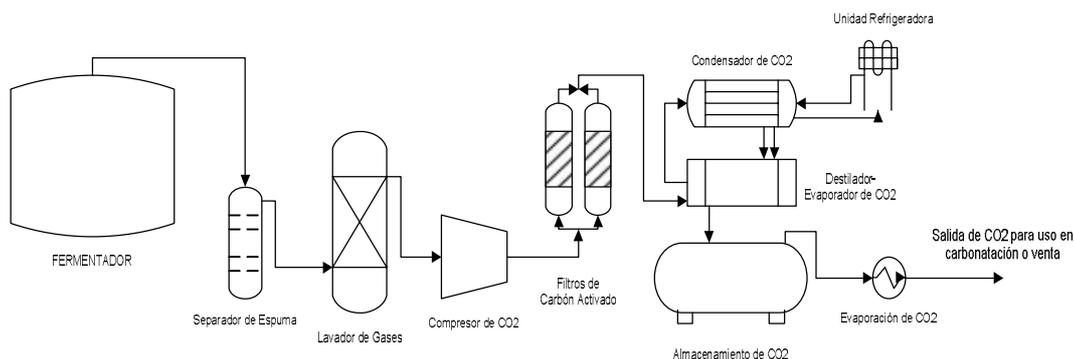


Figura 1. Diagrama de flujo del sistema de recuperación de CO₂. (Haffmans BV Technology)

El proceso de licuefacción y evaporación es un sistema de ahorro de energía para plantas de recuperación de CO₂. Durante la recuperación, el CO₂ gaseoso se debe enfriar y licuar antes de almacenarse en tanques a una temperatura de -24 °C y una presión de 261 psi. Para poder utilizar este CO₂ líquido almacenado en el proceso de elaboración de cerveza, el CO₂ líquido se calienta con aire o vapor y se evapora.

Como el CO₂ se evapora, licua el dióxido de carbono gaseoso proveniente de los filtros y secadores de carbón activado. Así se recupera la energía que de otra manera, se habría alimentado eléctricamente en el sistema de

refrigeración. Además, las capacidades de enfriamiento requeridas de los sistemas de refrigeración son significativamente menores.

El menor consumo de energía para refrigeración, genera menores costos totales en relación al CO₂. Además, otra ventaja del sistema de licuefacción y evaporación es que no contiene partes mecánicas, permitiendo una operación continua durante largos períodos sin interrupciones de mantenimiento. La reducción de las horas de funcionamiento del sistema de refrigeración actual, así como de los costos de mantenimiento, no son ventajas menores, y esto también incluye una mayor confiabilidad.

Con el sistema de licuefacción y evaporación la cantidad de refrigeración que se lleva a cabo corresponde directamente a la cantidad de evaporación. Durante la etapa de refrigeración, para asegurar que las operaciones estén dentro del rango cercano óptimo, la capacidad de refrigeración debe ajustarse a las variables de producción.¹⁹

¹⁹ Wolfgang Kunze, Technology brewing and malting, Berlin, 1996,

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN LA INDUSTRIA CERVECERA

Con excepción del agua contenida en la cerveza, en los subproductos o el agua que se evapora, cada gota de agua al final del proceso es agua residual.

Aproximadamente el rango de agua residual por cada 6 hl de cerveza producida es de 3.5 a 4.2 hl de agua. El agua residual recuperada al final de proceso contiene muchas sustancias y residuos, los cuales son enlistados a continuación;

- Residuos de cerveza y “wort”
- “Trub”
- Levadura
- Agua proveniente del proceso CIP (Clean in place)
- Solución de sosa caustica diluida
- Ácido proveniente del proceso CIP (Clean in place)
- Solución caustica oscura proveniente del filtro PVPP
- “Kieselguhr”
- Limpiadores alcalinos
- Agua caliente, agua sucia, particularmente agua con desperdicio caustico proveniente de limpiador de botellas
- Sustancias insolubles, como tiras de papel de las etiquetas y “slurries”.
- Sustancias solubles como adhesivos, caustica, sales de metal y lubricantes
- Trazas de aceite, trozos de botellas y barriles.

Dichas sustancias incrementan la concentración de impurezas en el agua residual. Estas cargas de agua residual, requieren plantas de tratamiento de alta capacidad y provocan costos regulares de limpieza que aumentan conforme a la carga de agua.

Costos

Las comunidades y asociaciones para el tratamiento de agua residual, están legalmente obligadas a hacer investigaciones continuas para dicho tratamiento. Adicionalmente cantidades fuertes de dinero deben ser invertidas para la renovación de sistemas deficientes de aguas residuales.

En los inicios, las plantas que producían cerveza tenían que hacer gastos fuertes en su intento por tratar el agua residual proveniente de la fabricación de cerveza, ya que tenían que transportar el agua en pipas hasta las plantas de tratamiento de la comunidad, lo que tenía un costo muy elevado, por lo que decidieron implementar sus plantas de tratamiento de agua dentro de la fábrica.

Hoy en día, las sustancias que contaminan el agua son tratadas de tal forma que no afecten el medio ambiente, ya que si llegaran a hacerlo la empresa sería penalizada con una multa.

Substancias consideradas particularmente nocivas para el ambiente:

❖ **Sustancias oxidables;** Estas sustancias pueden ser degradadas con oxígeno, si fueran desechadas directamente al drenaje, la aireación insuficiente no permitiría la degradación completa y causaría putrefacción con malos olores y no se mataría a los organismos vivos. Las cantidades de material oxidable se indican en valores de DQO (demanda química de oxígeno) en mg O₂/l o valores de DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) en mg O₂/l.

❖ **Fósforo en forma de fosfatos;** Los componentes del fósforo, junto con el nitrógeno, promueven el crecimiento de algas en la superficie del agua, y dichos fosfatos se cuentan entre las sustancias nocivas.

❖ **Nitrógeno en forma de nitratos;** Los daños ambientales causados por nitrógeno han recibido mucha atención ya que los nitratos pasan a través del

agua siendo absorbido por el suelo contaminándolo (recordemos que en la industria cervecera el ácido nítrico es usado en el proceso CIP).

❖ **Componentes halógenos orgánicos;** Contenidos en sustancias que contienen cloro como en los limpiadores cáusticos, las plantas de tratamiento tienen que invertir para tratar dichos compuestos aparte. (AOX: adsorbable organically bound halogens).

Se ha puesto especial atención en el agua residual o sustancias peligrosas por el daño que pueden causar a la salud, estas incluyen a las sales de metales como el mercurio, plomo, cadmio y cromo, pero también a los AOX y a los hidrocarburos halogenados.

Ahora es necesario explicar la posición respecto a la responsabilidad legal cuando se introduce agua residual en el sistema de agua tratada.

Hay dos grupos de descarga de agua residual:

- **Introducidas indirectamente:** Se trata de empresas que introducen su agua residual a la planta de tratamiento de agua comunal.
- **Introducidas directamente:** Se trata de empresas que descargan su agua residual después de haberlas limpiado directamente, en un sistema “run-off”. El agua proveniente de esta corriente es utilizada para las regulaciones domésticas.

Términos utilizados en el tratamiento de agua residual

Los siguientes términos son utilizados en conexión con el agua residual:

1. Sólidos sedimentables
2. DBO₅
3. DQO
4. Carga de agua residual

Sólidos sedimentables: Por sólidos sedimentables se entiende aquellos que al tener una densidad mayor a la del agua, se hunden hasta el fondo.

DBO₅: Es la demanda bioquímica de oxígeno en el agua residual, por ejemplo, la carga de oxígeno consumida en un periodo de 5 días a una temperatura de 20°C.

DQO: Es la demanda química de oxígeno, se determina de la reacción de un fuerte agente oxidante con sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables del agua residual.

Carga de agua residual: La producción de agua residual (m³) por la concentración de DBO₅ (g/m³).²⁰

Tratamiento de agua residual en la Industria Cervecera

Para el tratamiento de agua en la industria cervecera se innovó un proceso híbrido con ambos tratamientos (aeróbico y anaeróbico), el cual se describirá a continuación:

El agua residual proveniente de la fábrica es sometido a un tratamiento primario comenzando por una criba de gruesos donde se separan los sólidos, posteriormente es enviado a un cárcamo de bombeo el cual se utiliza para proporcionar presión y energía cinética al agua y conducirla a la criba de finos donde se remueven partículas sólidas menores a medio milímetro, la siguiente etapa consiste en hacer circular el agua por un tanque agitado de acondicionamiento, donde se le da un tratamiento químico al agua antes de pasar al tratamiento secundario, dicho acondicionamiento permite reducir la humedad de los lodos y así darles un mejor tratamiento. Los tratamientos químicos que se emplean comúnmente incluyen ácido o sosa dependiendo las necesidades del proceso.

Es aquí donde el tratamiento secundario comienza con el tratamiento anaeróbico, que es el proceso fermentativo que se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y de CO₂, en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas. Otro resultante del tratamiento anaeróbico es el lodo anaeróbico.

²⁰ Wolfgang Kunze, Technology brewing and malting, Berlin, 1996,

Posteriormente el tratamiento aeróbico se hace presente y consiste en descomponer sustancias por medio de microorganismos, para estos microorganismos se requiere de oxígeno, por lo que el agua residual se puede limpiar a través de la introducción de aire. De esto resulta un lodo activado el cual contiene microorganismos aeróbicos. Este procedimiento es llamado tratamiento aeróbico, ya que el aire no pasa simplemente por el agua, hay energía que se debe utilizar para introducir dicho aire.

El tratamiento anaeróbico en comparación con el tratamiento aeróbico, la eliminación de contaminantes es menor y al mismo tiempo la cantidad de lodo excedente también es menor. El biogás que se produce puede ser generador de energía y es enviado a los quemadores de calderas.

La descarga de agua producto de dicho tratamiento es puesta a disposición.

Ambos procesos (aerobio anaerobio) son utilizados en la práctica.

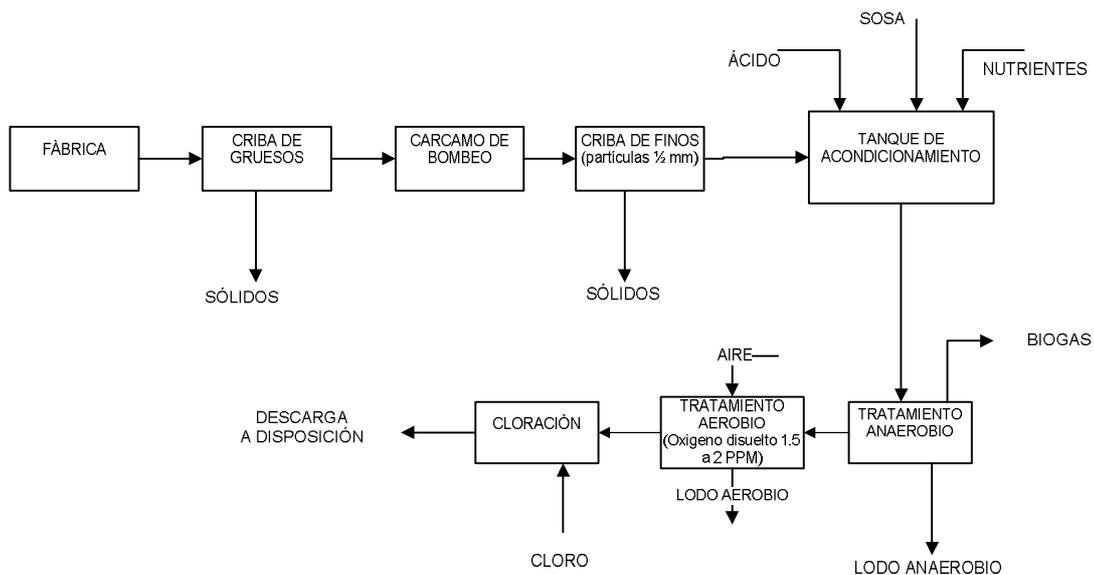


Figura 2. Diagrama Ilustrativo del proceso completo del tratamiento de agua residual en la Industria Cervecera.

CAPÍTULO VI

IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA EN LA INDUSTRIA CERVECERA

En términos generales, la ingeniería química es la aplicación de la ciencia, en particular, química, física, biología y matemática, al proceso de convertir materias primas o productos químicos en productos más útiles, aprovechables o de mayor valor.

En términos más precisos, se puede decir que, la ingeniería química es la rama de la ingeniería que se dedica al estudio, síntesis, desarrollo, diseño, operación y optimización de todos aquellos procesos industriales que producen cambios físicos, químicos y/o bioquímicos en los materiales.

Los ingenieros químicos están involucrados en todas las actividades que se relacionen con el procesamiento de materias primas (de origen animal, vegetal o mineral) que tengan como fin obtener productos de mayor valor y utilidad, por lo tanto pueden desarrollar sus actividades en:

1. Plantas industriales/Empresas productivas.
2. Empresas de construcción y/o montaje de plantas y equipos.
3. Empresas proveedoras de servicios técnicos (consultoría, control de calidad, mantenimiento).
4. Organismos gubernamentales o no gubernamentales de acreditación, control y estándares.
5. Instituciones de educación superior.
6. Centros de investigación y desarrollo (industriales y académicos).

Las tareas que puede realizar un ingeniero químico son variadas, pueden mencionarse las siguientes:

- ✓ Estudios de factibilidad técnico económica.
- ✓ Especificación y diseño de equipos y procesos.

- ✓ Construcción y montaje de equipos y plantas.
- ✓ Control de producción y operación de plantas industriales.
- ✓ Gerencia y administración.
- ✓ Control de calidad de productos.
- ✓ Compras y comercialización.
- ✓ Ventas técnicas.
- ✓ Control ambiental.
- ✓ Investigación y desarrollo de productos y procesos.
- ✓ Capacitación de recursos humanos.²¹

El valor de las aportaciones de la Ingeniería Química a la Industria Cervecera se ve reflejado en el desarrollo, la evolución y la mejora de las operaciones unitarias a través del tiempo, por lo que en este capítulo se expondrán las contribuciones más representativas;

1. Evolución de transporte de sólidos

Los sistemas de transporte neumático se utilizan ampliamente en la industria para transportar materiales a granel ya que son extremadamente versátiles, adecuados y económicos para muchos procesos. El transporte neumático de sólidos se ha practicado por más de un siglo en el mundo y hoy se puede encontrar sistemas de este tipo en las más variadas industrias.

El objetivo principal de un sistema de transporte neumático es transportar materiales sólidos a granel desde un punto a otro por medio de un flujo de gas

²¹ Ingeniería Química: El Portal de Referencia para Ingenieros Químicos, Federico Scodelaro (2006), *Ingeniería Química – Definición*, Recuperado en noviembre 2011 en: http://www.ingenieriaquimica.org/ingenieria_quimica

a presión, ya sea positiva o negativa, y a través de una tubería. Materiales particulados finos en el rango de micrones hasta partículas de 20 mm se pueden transportar en forma horizontal y/o vertical, desde algunos metros hasta máximo dos kilómetros de distancia, con capacidades de hasta 1000 t/h.

La principal ventaja del transporte neumático de sólidos a granel es que los sistemas son cerrados, y por lo tanto, no contaminantes. El material transportado se encierra totalmente dentro de la tubería, lo cual protege al producto del medio ambiente y viceversa (al medio ambiente del producto en caso de transportar materiales peligrosos, explosivos, tóxicos y biológicos). Además son sistemas muy limpios, adecuados para muchos y variados procesos, flexibles para cambiar de dirección, requieren de un reducido espacio y son fáciles de automatizar.

Dentro de las desventajas es importante destacar que no todos los materiales particulados se pueden transportar neumáticamente a través de tuberías, sino sólo aquellos materiales secos, no cohesivos, de fácil escurrimiento libre por gravedad, y relativamente finos. Materiales frágiles pueden sufrir de excesiva atrición y materiales abrasivos pueden causar desgaste prematuro a lo largo de la tubería o en el codo. Otras limitaciones del transporte neumático es el tamaño máximo de partícula, la capacidad máxima de transporte, la distancia a transportar y el mayor consumo de energía.

Sistema de fase diluida y baja presión

Existen diversos tipos de sistemas para el transporte neumático de materiales sólidos a granel, incluyendo sistemas abiertos o cerrados de presión positiva o negativa, de flujo diluido o denso, continuos o intermitentes. Actualmente, los sistemas de transporte neumático de baja presión positiva, continuos, de alta velocidad y fase diluida, son los más usados en la industria a su mayor capacidad de transporte en cuanto a flujo, mayores distancias de transporte, el flujo es más estable y se puede controlar y regular fácilmente, permiten transportar materiales desde un punto de alimentación a varios puntos de descarga.

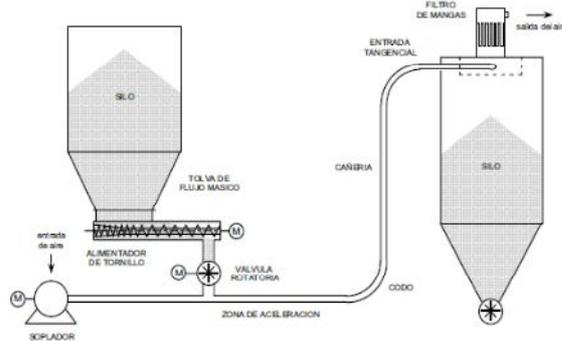


Figura 3. Esquema de un sistema de transporte neumático en fase siluida y baja presión positiva. (Referencia: Artículo. Transporte neumático de materiales sólidos a granel)

En este tipo de sistemas de transporte neumático, el material es transportado en suspensión dentro de la tubería, las partículas se distribuyen uniformemente en toda la sección transversal de la tubería (flujo homogéneo), la concentración de sólidos es relativamente baja (inferior a 10 kg de sólidos por kg de gas) y la velocidad de transporte es relativamente alta. El soplador provee el flujo y la presión de aire necesario para transportar al material desde el punto de alimentación hasta el punto de descarga. El alimentador introduce las partículas sólidas dentro de la tubería donde se mezclan con el gas de transporte y a un flujo controlado para evitar sobrecargar la línea.

Los sistemas de presión positiva requieren de un mecanismo de sello para alimentar el material (generalmente a presión ambiente) dentro de la tubería que esta presurizada.

2. Cambios en el sistema de molienda.

En el proceso cervecero la importancia de la molienda radica en que de ella depende la eficiencia en la extracción de los azúcares atrapados en el grano, tarea que realizan las enzimas durante la maceración. Influye también en el filtrado del mosto durante el recirculado y lavado del grano.

El proceso en sí consiste en reducir el endospermo o interior del grano a partículas más pequeñas tratando de mantener la cáscara intacta.

Cuanto más pequeño se parta el grano, más superficie del mismo se expone a la acción de las enzimas encargadas de transformar el almidón y más eficiente será la extracción de los azúcares, por lo que se puede pensar que la mejora sería convertir el grano en harina. A menos que se use un filtro prensa en el

macerado, como en las grandes cervecerías, lo cual es totalmente desaconsejado. La harina junto con el agua se convertirá en una masa compacta que hará imposible la filtración, el recirculado, y la recolección del mosto, por otro lado, si molemos muy grueso, la extracción de azúcares será escasa y el rendimiento del grano muy pobre.

Es muy importante lograr que la cáscara quede entera ya que es la encargada de mantener la correcta circulación del mosto en las distintas etapas del macerado, formando además una especie de filtro natural. Si la cáscara se rompe demasiado, se disolverá en el mosto un porcentaje mayor de sustancias indeseables (taninos y fenoles) que afectarán el sabor (astringente) y el aspecto final (turbio) de la cerveza. Además se formará adecuadamente la cama filtrante que permitirá un drenaje fluido del mosto.

Podemos decir que una molienda es correcta cuando el tamaño de las partículas obtenidas mantiene una relación balanceada entre la extracción de los azúcares y la fluidez del drenaje.

Al planificar una molienda se debe tener en cuenta varias cosas, entre las que podemos destacar el estado de la malta en cuanto al porcentaje de humedad, el tamaño parejo de los granos y que esté muy bien desagregada. En el caso de usar adjuntos en la mezcla de granos se debe considerar qué porcentaje de éstos se va a usar, teniendo que moler más grueso cuanto más alta sea la cantidad de adjunto que tenga la receta.

Otro punto que se debe tomar en cuenta es el sistema que se utilizará en el proceso de maceración. Si se dispone de filtro prensa (no es el caso de micro cervecerías y cerveceros artesanales) no se necesita una prensa filtrante muy gruesa por lo que se podrá moler más finamente la malta y obtener así mayor rendimiento.

Existen varias formas de moler la malta, desde el uso de un palo de amasar, licuadora o pequeños molinos de discos en métodos caseros, hasta los ruidosos molinos de martillo, pero la forma más difundida es la que se vale de dos o más rodillos que giran en sentido contrario uno del otro.

Molienda Seca

Método tradicional de molienda en el que se usa el grano seco, la malta debe tener un muy bajo contenido de humedad (2.5-4%) debe estar muy bien desagregada y el tamaño de sus granos debe ser parejo.

Cuando la malta está seca la cáscara es mucho más quebradiza pero con un correcto calibrado del espacio entre los rodillos del molino se logrará hacerle el menor daño posible.

Una ventaja de este sistema de molienda consiste en que las muestras de la malta molida pueden ser fácilmente tomadas y comprobadas, lo que permite poder modificar la regulación del molino en caso de ser necesario.

Molinos de Rodillos

El grano, al pasar entre los rodillos, es aplastado y descascarado. Los rodillos son comúnmente estriados para aumentar la fricción y ruedan en sentido contrario uno del otro. La capacidad y la eficacia de un molino dependen de la longitud, diámetro, velocidad, y separación de los rodillos. El aplastado tiene dos efectos, la compresión y el pelado del grano. La compresión está relacionada con la distancia entre los rodillos, y el pelado o descascarado depende de la velocidad de rotación de los mismos.

Estos molinos pueden tener entre dos y seis rodillos. Los de dos rodillos no resultan muy eficaces, cuando se reduce demasiado el espacio entre los rodillos causan daño a la cáscara y no dan una molienda apropiada. La distancia entre los rodillos es normalmente de 1.3- 1.5 mm. Tales molinos son sólo útiles para la malta bien modificada. En el molino de tres rodillos, estos se disponen en forma triangular o de "V" con un rodillo central que gira en sentido contrario a los otros dos y que está separado de ellos a una distancia distinta.

Tanto esta moledora como la anterior son ideales para ser usados en pequeñas fábricas de cervezas por su diseño simple, tamaño reducido y bajo costo.

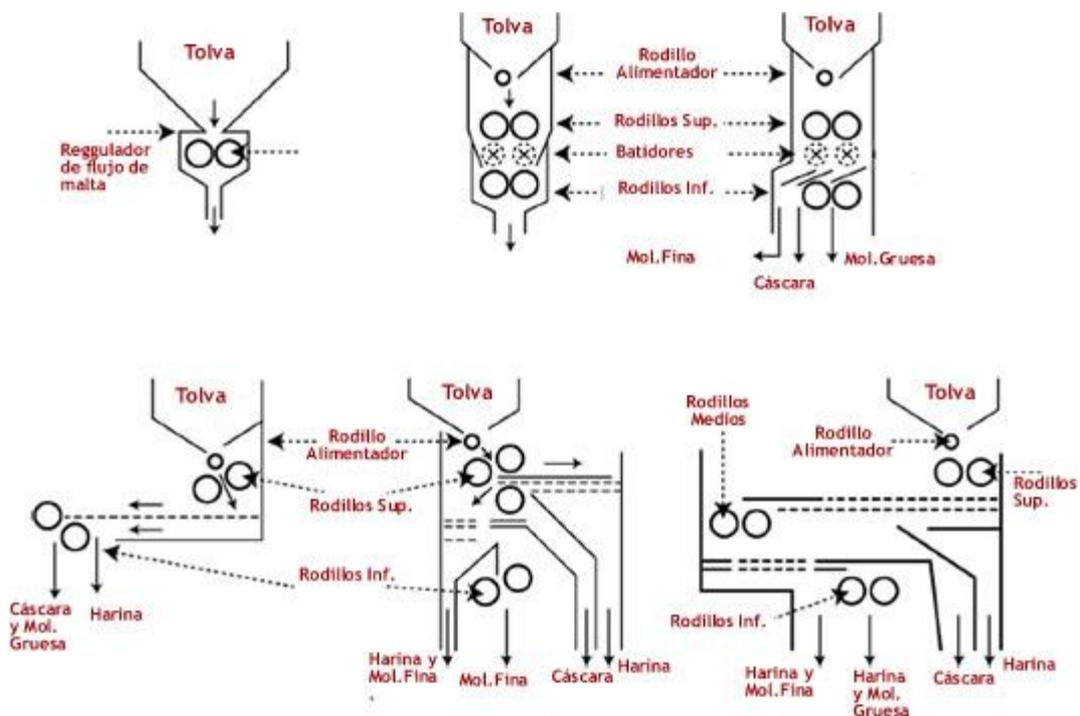
En los molinos de más rodillos, se separan los diferentes productos de la molienda, cáscaras, grano partido grueso, grano partido fino, y harina por

medio de tamices vibradores o bateas giratorias. Las cáscaras y la harina que no requieren para ser molidas una segunda o tercera vez y son separadas en la primera etapa.

Los de cuatro o cinco rodillos son máquinas útiles para fábricas de cerveza que realizan un proceso en gran escala. El par superior de rodillos tiene generalmente un separación de 1.3-1.5 mm y el juego de más bajo de 0.25-0.4 mm.

Los molinos de seis rodillos son convenientes para aquellas cervecerías con producciones de 6 a-12 cocciones por día. El espacio entre rodillos es normalmente, en el par superior de 0.75-1.5 mm, en el del medio de 0.7-0.9 mm, y el de más abajo de 0.3-0.6 mm.

En la siguiente figura se muestran varios modelos y combinaciones en molinos de más de dos rodillos.



3. Transporte de materia prima (Lúpulo)

Durante siglos, el lúpulo se ha utilizado en su forma natural de umbela. Los primeros intentos de extraer elementos determinantes del lúpulo los llevo a cabo Gehlen en 1803, sin embargo, sólo hasta 1920, el Barón de Horst logró obtener extractos de lúpulo que fueron aprobados por los institutos de ciencia

cervecera. Desde entonces, el número de productos de lúpulo ha aumentado considerablemente. Se describirán los detalles de los derivados del lúpulo producidos de forma natural y los productos químicamente modificados serán tratados brevemente.

Para producir cerveza se utilizaba con éxito durante siglos la umbela del lúpulo, sin embargo, su utilización tenía ciertas desventajas que se intentaron superar con los derivados del lúpulo sin modificar sus elementos esenciales.

Las desventajas de la umbela del lúpulo son:

- ◆ **Volumen:** El lúpulo seco tiene, después de la cosecha, un peso específico entre 100 kg y 150 kg/m³, el gran volumen dificulta el transporte y el almacenamiento de los fardos, por lo que es necesario disponer de enormes depósitos para el almacenamiento de determinadas cantidades de lúpulo umbelas. Cuando las exportaciones de lúpulo aumentaron, se buscó reducir el volumen para el transporte de lúpulo, mediante la compactación de fardos, de esta manera surgió el primer producto de lúpulo: lúpulo prensado.
- ◆ **Heterogeneidad:** Los lotes de lúpulo de un mismo tipo pueden variar considerablemente en sus componentes, según su emplazamiento. Asimismo, dependiendo del productor de cerveza se presentan variaciones, bajo estas circunstancias se dificulta la mezcla y la homogenización de las umbelas del lúpulo. Así, la dosificación de la cantidad de lúpulo con resinas variables sólo puede asegurarse por medio de una constante inspección de los valores de amargo.
- ◆ **Inestabilidad:** Los componentes esenciales del lúpulo se oxidan en contacto con el aire, la estabilidad de los ácidos alfa varía considerablemente según el tipo de lúpulo. Si las glándulas de lupulina fueran maltratadas, se acelera el proceso de descomposición, por lo que para mantener los componentes esenciales el lúpulo sólo puede ser prensado hasta cierto grado después de la cosecha para que las glándulas no sufran ningún daño. Con el desarrollo de los productos procesados de lúpulo se buscó eliminar en gran medida esta desventaja.

◆ **Características insuficientes de dosificación:** El bajo peso y la viscosidad de la umbela del lúpulo dificultan la dosificación exacta, la automatización para agregar el lúpulo sería casi imposibles, teniendo en cuenta el tamaño de las actuales calderas de cocimiento. Anteriormente eran necesarios tamices para sacar las umbelas del mosto. Actualmente, si se siguiera usando la umbela, las consecuencias serían sobrecargas de los tanques Whirlpool.

Para extraer los componentes esenciales de las glándulas intactas de lupulina es necesaria una larga cocción, mientras más cocción del lúpulo, sus aceites se evaporan más intensamente. Sin embargo, una larga cocción es indispensable para desprender la resina y para la isomerización, de esta manera, hay una pérdida de eficiencia en la determinación de aceites de lúpulo y componentes amargos.

Dentro de las ventajas de los productos del lúpulo se tienen las siguientes:

♠ **Reducción de residuos químicos:** El contenido natural de nitrato del lúpulo se reduce en el producto terminado gracias a la eliminación de partes de hoja en el procesamiento. Esta ventaja le interesa en gran medida a las cervecerías que utilizan grandes dosis de lúpulo o que por las características del agua que utilizan, tienen que controlar el contenido de nitrato. En Alemania, gracias a los estrictos controles, los residuos de pesticidas utilizados en el cultivo del lúpulo no representan mayor peligro, sin embargo, por medio de la selección de determinados productos, el cervecero puede reducir residuos y elevar la calidad de su cerveza.

♠ **Automatización de la dosificación del lúpulo:** La utilización de “pellets” o extractos permiten una óptima dosificación gracias sus características físicas y además se prestan para la incorporación de sistemas de cocción automáticamente controlados.

Lúpulo empacado

El lúpulo en umbela prensado en fardos se puede identificar como el primer producto de lúpulo que salió al mercado. Con el fuerte prensado se logró reducir el volumen del lúpulo en umbela a la mitad. Los fardos prensados son

cuadrados o cilíndricos. Un fardo cuadrado de 170 kg tiene por lo general las medidas: 0,52m x 0,74m x 1,48m, lo cual corresponde a un peso específico de aproximadamente 300 Kg/m³ – el doble de densidad comparado con el lúpulo al natural suministrado por los cultivadores.

Anteriormente se trataba el lúpulo con azufre en el horno de secado antes de empacarlo. El dióxido sulfúrico que surgía al sulfatar el lúpulo, hacía éste más duradero y su color de un verde intenso. Este proceso, el cual aún hoy es común para las especias, ya no se utiliza más en Alemania desde finales de los años 80's. Sólo algunas productoras de cerveza trabajan todavía con fardos de lúpulo prensado.

Pellets

En la producción de “pellets” de lúpulo se muele la umbela y a continuación se prensa para no alterar la calidad original del producto natural. En forma de umbela el lúpulo tiene una densidad de entre 130 kg/m³ y 150 kg/m³ en el empaque entregado por el cultivador. Por lo tanto, la mayor densidad de los “pellets”, que se encuentra en el área de 500 kg/m³, reduce el volumen de transporte y permite una estabilidad de almacenamiento por medio de un empacado bajo atmósfera controlada que conserva la calidad.

Sólo el lúpulo en forma de polvo permite obtener un lote homogéneo a partir de una mezcla de diferentes pequeños lotes de lúpulo. Dicho polvo contiene todos los componentes del lúpulo: polifenoles, resinas y aceites en su relación y calidad natural. Los conocidos “pellets” comercializados con el nombre de “pellets” tipo 90 deben su nombre a la relación de aproximadamente 90 Kg de “pellets”, que se obtienen de 100 Kg de lúpulo.

Los “pellets” enriquecidos con lupulina, también conocidos como “pellets” tipo 45, se obtienen por medio de un enriquecimiento mecánico de las glándulas de lupulina del lúpulo congelado (-35°C). Dicho procedimiento consiste en eliminar del polvo mediante tamización una parte del raquis de la umbela.

Los “pellets” de lúpulo se utilizan en las cervecerías principalmente para dosificarlos en el caldo de cocimiento, ya sea en la olla de cocción o en el tanque Whirlpool.

Para mantener la calidad de los “pellets” de lúpulo, estos tienen que ser transportados y almacenados a una temperatura menor de 5°C.

Extractos

En la producción de extractos de lúpulo se evita especialmente la alteración de la calidad original del producto natural, de la misma manera que en el caso de la producción de “pellets”. Desde principios de los años 70 se extrae el lúpulo con una gran técnica. Los disolventes orgánicos como el hexano, el metanol o el cloruro de metileno, entre otros, son adecuados para soltar los componentes polares oleaginosos y resinosos de la umbela del lúpulo. Durante el desarrollo de la extracción de los componentes del lúpulo se ha propuesto el CO₂ supercrítico o líquido frente a otros solventes orgánicos. El etanol, por ejemplo, sólo es usado actualmente en menor medida.

En condiciones supercríticas (temperatura > 31°C y presión > 75 bar), el CO₂ suelta los componentes no polares del lúpulo como los aceites y la resina blanda, que se encuentran en la glándula de lupulina. Los parámetros de extracción pueden variar y por ello permiten una adaptación flexible al tipo de lúpulo correspondiente. Para la extracción con CO₂, el lúpulo tiene que ser procesado primero en forma de pellets.

Almacenamiento en frío

El almacenamiento en frío del lúpulo natural y de los productos de lúpulo es un elemento importante del aseguramiento de la calidad de una cervecería por los siguientes motivos:

- Estandarización de la calidad.
- Relación de grupos de materiales entre sí.
- Conservación de las características de los tipos de lúpulo.
- Estandarización del amargor de las cervezas.
- No se desarrolla la oxidación de los aceites del lúpulo.

La calidad de la cerveza mejora y es más homogénea por medio de la utilización de lúpulo y productos de lúpulo almacenados en frío.²²

4. Refrigeración

El desarrollo de la refrigeración mecánica data de los primeros años de la revolución industrial. El amoníaco permanece como refrigerante, pero no es el más recomendado, se utiliza en sistemas de refrigeración industrial para procesar y conservar la mayoría de los alimentos y bebidas. El amoníaco fue líder en avances de tecnología en refrigeración, siendo parte esencial del procesamiento, almacenamiento y logística de distribución de los alimentos. Más recientemente, los sistemas de refrigeración con amoníaco han sido utilizados en sistemas de aire acondicionado para grandes edificios y para mejorar la eficiencia de las plantas generadoras de energía eléctrica.

Tiempo atrás, la industria de alimentos y bebidas adoptó la refrigeración con amoníaco. Las ventajas económicas por sí mismas lo hacían el refrigerante de elección para almacenes refrigerados, plantas de procesamiento, así como la industria láctea y la industria cárnica. Casi toda la comida en el desayuno, comida y cena en la mesa familiar pasa a través de alguna instalación de refrigeración con amoníaco antes de llegar a las tiendas y supermercados, incluyendo vegetales y frutas frescas, carne, pollo, pescado, alimentos congelados, leche, queso, helado, y bebidas como refrescos, cervezas y vinos.

El amoníaco estuvo entre los primeros refrigerantes usados en los sistemas mecánicos, y es el único de los primeros refrigerantes que sigue siendo vigente. La refrigeración mecánica fue desarrollada en los años 1800s basada en el principio de la compresión del vapor. El primer equipo práctico de refrigeración usando la compresión de vapor fue desarrollado en 1834 y para finales de los 1800s los sistemas de refrigeración eran usados en las cervecerías y almacenes refrigerados. El diseño básico del sistema de

²² HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft (2003) *Procesamiento de lúpulo*, Recuperado en junio 2011 en:

<http://www.hvg-germany.de/es/procesamiento-del-lupulo/razones>

refrigeración con compresión de vapor, usando el amoníaco como refrigerante en un ciclo cerrado de evaporación, compresión, condensación y expansión ha cambiado muy poco desde principios de los años.

El amoníaco fue sintetizado por primera vez en 1823 haciendo reaccionar aire e hidrógeno. La primera producción comercial de amoníaco sintético empezó en 1913. En la actualidad, se estima que hay dos mil millones de toneladas de amoníaco en el mundo. De esta cantidad, aproximadamente el 5% es fabricado por el hombre. En norteamérica se producen anualmente 18 millones de toneladas de amoníaco, y de esta cantidad, menos del 2% se utiliza para refrigeración.

El amoníaco es un compuesto común y que existe naturalmente en el ambiente, que se descompone naturalmente en moléculas de hidrógeno y nitrógeno (la atmósfera está formada en un 80% de nitrógeno e hidrógeno). El amoníaco está formado de un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno, y tiene el símbolo químico NH_3 . El amoníaco es un elemento clave en el ciclo del nitrógeno, y bajo condiciones normales, es esencial para muchos procesos biológicos. El amoníaco se puede encontrar en el agua, la tierra y el aire, y es fuente del nitrógeno esencial para plantas y animales. De hecho, el amoníaco es uno de los gases más abundantes en el ambiente.

El amoníaco fue usado por primera vez como refrigerante en los años 1850s en Francia y fue utilizado en los Estados Unidos de América en los años 1860s para la producción de hielo. Las primeras patentes de máquinas de refrigeración para amoníaco fueron registradas en los años 1870s. Para los años 1900s, las máquinas de refrigeración con amoníaco eran instaladas en fábricas de hielo, plantas procesadoras de alimentos y plantas químicas. Para los años 1920s, la refrigeración con amoníaco se utilizaba también para pistas de patinaje en hielo. Durante los años 1930s se empezó a desarrollar el mercado para aire acondicionado, primero para aplicaciones industriales y después para confort humano. El uso de equipos más pequeños para refrigeradores domésticos se incrementó substancialmente entre los años 1920 y 1930.

Partiendo del principio de funcionamiento de algunos sistemas de refrigeración se basa en un ciclo de refrigeración por compresión, que tiene algunas similitudes con el ciclo de Carnot y utiliza refrigerantes como fluido de trabajo.

Con los pasos de los años comenzaron las preocupaciones por la capa de ozono, los refrigerantes más usados eran los clorofluorocarbonos R-12 y R22. El primero era empleado principalmente para aire acondicionado de vehículos y para pequeños refrigeradores; el segundo para aire acondicionado, refrigeradores, y congeladores comerciales, residenciales y ligeros. Algunos de los primeros sistemas emplearon el R-11 por su bajo punto de ebullición, lo que permitía construir sistemas de baja presión.

La producción de R-12 cesó en Estados Unidos en 1995, y se planea que el R-22 sea eliminado en el 2010. Se está empleando el R-134a y ciertas mezclas (que no atentan contra la capa de ozono) en remplazo de los compuestos clorados. El R410a (comúnmente llamada por su nombre comercial Puron®) es una popular mezcla 50/50 de R-32 y R-125 que comienza a sustituir al R-22.²³

5. Unitanques

En la guarda de cerveza se realizan cinco procesos; la carbonatación, la estabilización, la clarificación y la homogenización, dichas fases se pueden realizar de diferentes maneras y en procesos independientes entre sí, a lo largo de la evolución del proceso cervecero se ha producido un cambio importante en los tipos de tanque usados para realizar la guarda con respecto a los tradicionales, así como la forma de alcanzar estos cinco objetivos ya mencionados y al mismo tiempo reducir el tiempo de guarda.

El tanque cilíndrico cónico es en la actualidad la elección de la mayoría de los cerveceros, durante varios años el número de trabajos científicos aparecidos acerca de los métodos de trabajo con este tipo de tanques, las características

²³ Germán Salcedo García York International S.A. de C.V. (2005-11-15), *Información General sobre Refrigeración con Amoníaco 1ra Parte*, Recuperado en agosto 2011 en:

<http://www.refrigeracionindustrial.com/cgi-bin/RRI.pl?s=a&a=print&id=2>

construccionales, los resultados obtenibles, los aspectos económicos son numerosos.

A continuación se describirán los pros y los contras del tanque cilíndrico cónico actualmente llamado unitanque:

Pros

1. Reducción en el tiempo de proceso de una cerveza lager a causa del incremento de las corrientes de convección dentro del tanque.
2. Poder realizar la fermentación y la guarda en el mismo tanque, dado que la recolección de la levadura se podía hacer fácilmente y eficazmente.
3. Permiten la recolección del CO₂ generado por la fermentación.
4. Facilidad de limpieza de los tanques a pesar de la atmósfera de CO₂.
5. Posibilidad de usar sistemas CIP de limpieza, con el consiguiente incremento en su utilización y por lo tanto la reducción en los costos de mano de obra.
6. Reducción de las mermas en esta etapa del proceso.
7. Ocupa poca área superficial en el caso de ampliaciones en fábricas sin disponibilidad de terreno libre.
8. Posibilidad de aplicación de presión en caso de necesidad.
9. Capacidad de enfriamiento mucho más rápida y eficiente.
10. Posibilidad de realizar propagaciones en ellos.
11. Una utilización del lúpulo mejorada al existir menos pérdidas y por lo tanto mejores rendimientos.
12. Inversiones menores para una misma capacidad total, frente a los tanques convencionales.
13. Menos riesgos de infecciones.
14. Facilidad para someterse a programas de automatización.

Contras

1. Necesidad de centrifugar la cerveza con el peligro descrito de formación de geles de β -glucanos que pueden dar problemas en las etapas posteriores.
2. Necesidad de encontrar procesos específicos para la inoculación de la levadura.
3. Necesidad de adecuar los diagramas de temperatura y de siembra de la levadura para conseguir relaciones de alcoholes superiores/ ésteres adecuadas.
4. En caso de quererse llevar a cabo un proceso de fermentación secundaria mayor dificultad para alcanzar las concentraciones de levadura requeridas dada la gran decantación existente al final de la fermentación principal.
5. Precio más elevado de construcción.²⁴

²⁴ F. X. Castañé, S.A. DAMM (mayo, 2000), Los tanques cilindro-cónicos y el tiempo de guarda de la cerveza, Alimentación equipos y tecnología, Recuperado en octubre 2011 en:

<http://www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/al/gratis/16articulo.pdf>

CAPÍTULO VII

GLOBALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA CERVECERA

Globalización

La globalización es un fenómeno de carácter internacional: su acción consiste principalmente en lograr una penetración mundial de capitales (financieros, comerciales e industriales), ha permitido que la economía mundial (mecanismos que la integran: el comercio, la producción, y las finanzas) moderna abra espacios de integración activa que intensifiquen la vida económica mundial y surge como consecuencia de la internacionalización cada vez más acentuada de los procesos económicos, los conflictos sociales y los fenómenos político-culturales.

Desde el punto de vista económico, la globalización es un proceso de integración de los mercados a escala mundial. Para ello, ha sido indispensable la formación de bloques económicos orientados bajo la lógica de libre comercio, tal es el caso del TLC (Tratado de Libre Comercio), con el fin de reproducir el capital. Este proceso, ha implicado la creciente interconexión de los mercados de todo el mundo. De ese modo, los eventos y las crisis del sistema económico cada vez afectan con mayor velocidad y fuerza a todos los países del mundo.

En el campo social, implica la reducción de las distancias entre todos los países. Juega un papel primordial el desarrollo de las comunicaciones, ejemplo de ello es el uso de Internet.

Ese proceso ha tomado mayor fuerza a partir del fin de la guerra fría, hecho que permitió que el poder y las relaciones económicas estén dominados por los Estados Unidos de América, pero esta hegemonía se enfrenta hoy a bloques como la Unión Europea, y otros bloques en Asia, América Latina y África.

Características:

- Se trata de un proceso universal, pues afecta a todos los países del planeta, independientemente de la posición que ocupen dentro de la economía mundial y del orden político.
- Al existir un proceso irreversible de integración de los mercados, se parte de la existencia de países mejor posicionados que otros, es decir que su naturaleza económica es excluyente, porque aquellas naciones o regiones que no pueden ser competitivas, quedarán a la saga del desarrollo.
- Al ser el mercado el mecanismo que rige las relaciones entre los países y regiones, la capacidad de consumo determinará su valor y no su condición humana. Por esa razón se dice que la globalización es deshumanizante.
- Está cimentada por los Medios Masivos de Comunicación, y su influencia es sobre los aspectos socio-culturales, políticos y económicos de los involucrados (el mundo entero, en otras palabras), porque permiten difundir ideas a cientos o miles de millones de personas.
- Los mercados, el capital, la producción, la gestión, la fuerza de trabajo, la información, el conocimiento y la tecnología se organizan en flujos que atraviesan las fronteras nacionales. La ciencia, el conocimiento, la información, la cultura y la educación. Tienden a escapar de los límites o controles nacionales y asumir, al igual que los mercados, una lógica de red transnacional y global.
- La competencia y las estrategias económicas, tanto de grandes como de pequeñas y medianas empresas, tienden a definirse y a decidirse en un espacio regional, mundial o global. Pero hay que tomar en cuenta que las pequeñas empresa tenderían a desaparecer por falta de capital para invertir.
- La globalización empuja a las empresas y mercados a organizarse en redes estrechamente hilvanadas a escala planetaria.

Causas

- La revolución tecnológica en los procesos productivos, la información, las telecomunicaciones y el transporte
- La importancia de las multinacionales. Las empresas requieren el apoyo de sus Estados para el financiamiento de la infraestructura científica y tecnológica, los incentivos fiscales, un acceso privilegiado a los mercados públicos, y protección en las negociaciones comerciales. Simultáneamente la misma legitimidad política del Estado depende de su capacidad para atraer a los capitales financieros y las empresas innovadoras y creadoras de empleo.
- El predominio de la esfera financiera. Un reducido número de operadores controla las transacciones sobre el conjunto de mercados mundiales interconectados por un sistema que permite ejecutar órdenes de compra y venta en tiempo real.

Ventajas:

- Reducción de costos: La globalización puede reducir los costos mundiales en diferentes formas:
 1. Economía de escala, se pueden realizar aunando la producción u otras actividades para dos o más países.
 2. Costo más bajo de factores, se pueden lograr llevando manufactura u otras actividades a países de bajos costos.
 3. Producción concentrada, significa reducir el número de productos que se fabrican, de muchos modelos locales a unos pocos globales.
 4. Flexibilidad, se puede explotar pasando la producción de un sitio a otro en breve plazo, a fin de aprovechar el costo más bajo en un momento dado.
 5. Aumento de poder negociador, con una estrategia que permita trasladar la producción entre múltiples sitios de fabricación en diferentes países, se aumenta grandemente el poder negociador de una compañía con los proveedores, los trabajadores y los gobiernos.

6. Calidad mejorada de productos y programas, la concentración en un número menor de productos y programas, en lugar de muchos de éstos, que son típicos de una estrategia multilocal, puede mejorar la calidad tanto de los productos como de los programas.
7. Más preferencia de los clientes: La disponibilidad, el servicio y el reconocimiento global aumentan la preferencia de la clientela mediante el refuerzo.
8. Mayor eficacia competitiva, una estrategia global ofrece más puntos de ataque y contraataque contra los competidores.

Gracias a la globalización, es posible beneficiarse de mercados cada vez más vastos en todo el mundo y tener mayor acceso a los flujos de capital y a la tecnología, y beneficiarse de importaciones más baratas y mercados de exportación más amplios. Pero los mercados no garantizan necesariamente que la mayor eficiencia beneficiará a todos. Los países deben estar dispuestos a adoptar las políticas necesarias y, en el caso de los países más pobres, posiblemente necesiten el respaldo de la comunidad internacional a tal efecto.

Abre posibilidades para que las economías desarrolladas mejoren su eficiencia y su productividad y permite a las economías en vías de desarrollo mejorar el nivel de vida de su población.

En cuanto al trabajo, se van a crear muchas nuevas empresas de generación de valor que crearán empleo según el conocimiento de las personas. La globalización implica adaptarse a nuevos criterios de división del trabajo.

Consecuencias y desventajas:

- Costos laborales, lo más importante en este aspecto, es el desnivel de estos costos en los países desarrollados respecto a los que están en vías de desarrollo, como su enorme variación en los últimos 10 años. Esto se explica por la continua devaluación del dólar en los últimos 20 años y en menor medida a razones históricas como conflictos sociales.
- Los costos impositivos, la diferencia relativa entre los impuestos a las ganancias de las empresas, tiene muchas divergencias entre los países en

desarrollo y los desarrollados, debido en gran medida a las exenciones de impuestos que muchos países en desarrollo otorgan a sus zonas francas.

- Los costos ambientales, estos costos son originados por regulaciones encaminadas a la preservación ambiental entre los países con un grado comparable de desarrollo económico. La inclusión de fuertes medidas para disminuir la emisión de CO₂ y el uso de energía figuran en casi todos los tratados de integración, aunque todavía se deja a cada país fijar el tope de esos valores.
- Aumento de gastos administrativos, la globalización puede causar gastos administrativos cuantiosos por el aumento de coordinación y por la necesidad de informar, e incluso por el aumento de personal. La globalización también puede reducir la eficacia de la administración en cada país si la excesiva centralización perjudica la motivación local y hace bajar la moral. Además, cada uno de los impulsores de la estrategia global tiene sus desventajas particulares. Menor sensibilidad a las necesidades del cliente, la estandarización de productos puede dar por resultado un producto que no deje clientes plenamente satisfechos en ninguna parte.
- Sacrificio de algunas necesidades nacionales, en particular, para la globalización de la estrategia a menudo se requiere que uno o más países abandonen las estrategias, los productos, etc. acreditados durante mucho tiempo.
- Un mercado uniforme puede reducir la adopción al comportamiento de los consumidores locales y al ambiente del mismo.
- Aumento de riesgos de crear competitividad, integrar medidas competitivas puede significar sacrificio de ingresos, de utilidades o de posición competitiva en algunos países.
- Aumento de riesgos por fluctuación de divisas, esto involucra la devaluación de la moneda local respecto al tipo de cambio de la moneda que rija la globalización.

La globalización ha incitado uno de los debates más apasionados de los últimos años, ha sido tema de innumerables libros y causa de grandes manifestaciones en Europa y América del Norte. Los críticos han planteado que el proceso ha propiciado la explotación de los habitantes de los países en desarrollo, ha ocasionado grandes alteraciones en su forma de vida y en cambio ha aportado pocos beneficios, mientras los defensores apuntan a la considerable reducción de la pobreza alcanzada en países que han optado por integrarse a la economía mundial, como China, Vietnam, India y Uganda.

Asombrosamente, tratándose de un término de uso tan extendido como la globalización, al parecer no existe una definición exacta y ampliamente aceptada. De hecho, la variedad de significados que se le atribuye parece ir en aumento, en lugar de disminuir con el paso del tiempo, adquiriendo connotaciones culturales, políticas y de otros tipos además de la económica. Sin embargo, el significado más común o medular de globalización económica se relaciona con el hecho de que en los últimos años una parte de la actividad económica del mundo que aumenta en forma vertiginosa parece estar teniendo lugar entre personas que viven en países diferentes (en lugar de en el mismo país).

Globalización en la Industria Cervecera

La cerveza es una bebida muy antigua, se remonta al menos 5000 años a Mesopotamia, China y el Egipto antiguo, a menudo regulada por Reyes y Faraones. En Europa, la cerveza fue la bebida más común para las tribus Germánicas, pueblos Escitas y Celtas. Para el siglo XV se terminó de establecer la elaboración de la cerveza europea comercial. Con la llegada de la refrigeración y de la transportación moderna en el siglo XIX, la industria se amplió más allá de las cervecerías del pueblo, con grandes cervecerías regionales que aparecen en Europa y los países en vía de desarrollo en América. El arte de la elaboración de la cerveza se hizo más que una ciencia. Pero en el siglo XX, la industria dejó una mezcla de pequeñas cervecerías locales y cervecerías regionales industrialmente modernas. El siguiente cambio significativo a un modelo global de la industria comenzó alrededor de la última

década del siglo XX, este cambio de corriente proporcionó a la industria oportunidades y desafíos únicos de negocios.

Competencia Global

Los mercados regionales desarrollados y la elevada competencia de productores de otras bebidas alcohólicas y no alcohólicas forzan a los cerveceros a buscar formas de hacer crecer su mercado y caminos para expandir sus marcas de calidad a escala mundial. Con una amplia variedad de bebidas alcohólicas disponibles en el mercado, los consumidores difícilmente permanecen con una sola marca o un tipo de bebida. Esta situación contribuye a las fusiones globales, adquisiciones, alianzas, y la continua consolidación de la elaboración de la cerveza global.

Mientras la consolidación continúa, los diez primeros cerveceros han incrementado su volumen de un 34% a un 50% del mercado. La mayoría de los cerveceros actualmente intentan estandarizar sus equipos, automatizar sistemas y prácticas de ingeniería para mejorar su productividad y reducir costos. Pero los beneficios de estandarización y normatividad aún no son realizadas porque la mayoría de las decisiones adquisitivas permanecen con las operaciones locales.

Mercados y datos demográficos

Hoy en día, Europa Occidental, América Latina, Estados Unidos de América y Japón son mercados desarrollados, con competitividad global y una gran capacidad de producción. Como resultado, las cervecerías en estas regiones se han automatizado y son sumamente eficientes.

La calidad y el costo mínimo por hectolitro son críticos, por lo que se renueva constantemente el enfoque de sistemas de distribución e inventarios del producto. Como la producción global se aproxima a los 1.5 billones de hectolitros por año; Europa, Rusia, Asia, África y el medio este, se convirtieron en los nuevos mercados en crecimiento. China ha alcanzado a los Estados Unidos de América y se ha convertido en líder mundial en el mercado de cerveza.

La cerveza artesanal y la cerveza importada continúan su expansión a escala mundial. De hecho, el índice de crecimiento en Estados Unidos de América se debe en gran parte a las importaciones.

El aumento de la diversidad cultural en los países industrializados está cambiando los datos demográficos y produce una nueva mezcla de consumidores. La importancia del crecimiento de la cultura hispana en los Estados Unidos de América es un buen ejemplo de un cambio demográfico. Las mujeres en cualquier localización demográfica prefieren otras bebidas alternativas, lo cual deja una oportunidad de mercado sin explotar.

Cambio de patrones de consumo

Hoy en día, los consumidores tienen acceso a una gran variedad de bebidas locales, importadas, alcohólicas y no alcohólicas, al mismo tiempo reciben ingresos más bajos para gastar. Dichos consumidores demandan productos más saludables, así como el crecimiento de la variedad de productos, facilidad de adquisición y calidad. Paralelamente, la preocupación del consumidor por la seguridad del producto, tiene como resultados el incremento del valor de las marcas así como el aumento del riesgo de la misma.

Las exportaciones representan otra oportunidad de crecimiento enorme.

El cambio de patrones de consumo se ve mejor reflejado en la producción de bebidas con bajo contenido de carbohidratos, estos cambios seguirán teniendo impacto en los márgenes y formulaciones del producto.

El poder de la masa comercializadora

La masa comercializadora continúa representando el incremento del porcentaje del volumen de ventas y margen de muchas compañías. Esto influye en los negocios y exigencias del producto, de la misma manera obligan a mejorar el servicio al cliente, la cadena de suministro, el empaquetado y la facturación. Otro aspecto del modelo de masa comercializadora es que el proveedor controle directamente el reabastecimiento del anaquel, este es un valor agregado y comienza a ser un requisito previo de negocio.

Aumento de exigencias regulatorias

Las nuevas reglas de seguridad de un producto, así como exigencias de la cadena de suministro, están forzando a mejorar el rastreo y registro de trazado. Estas regulaciones incluyen los actos de Bio-terrorismo en los Estados Unidos de América y las regulaciones EC No. 178 Título 18, que comenzaron su aplicación a finales del 2004, lo cual incluye regulaciones ambientales, como el protocolo de Kyoto, el cual demanda la reducción significativa de emisiones, también existen regulaciones ambientales locales en efluentes líquidos y sólidos.

Requerimientos para un ambiente de competitividad global

En la actualidad están ocurriendo cambios dramáticos en todo el mundo en cuanto a la industria cervecera, lo cual requiere una dirección planeada, más eficiencia y flexibilidad en la fabricación, una mejora en la cadena de suministro, integración y proyección.

La dirección debe desarrollar estrategias para expandir el mercado, ampliar marcas de calidad a escala mundial, y competir exitosamente ante la creciente variedad de productos competitivos. Las operaciones de fabricación contienen procesos sumamente complejos e interdependientes (químicos, enzimáticos y biológicos), los cuales producen una amplia variedad de productos, estandarizando el producto y reduciendo el costo por hectolitro.

Las variaciones del proceso deben de ser fuertemente controladas ya que podrían impactar en la producción y en el procesamiento de corrientes.

Optimización de la Administración de la Información

Las operaciones de la fabricación de cerveza requieren una calidad sustancial en su proceso y en la información de producción ya que la complejidad del proceso es alta. La automatización, la infraestructura de la información, y las aplicaciones de “software” basadas en normas internas y externas, y metodologías estándar son requeridas, de tal modo que tienen interoperabilidad e integración total en la planta, la cual puede ser alcanzada y mantenida.

Algunos de los estándares y metodologías externas permisibles incluyen el ANSI/ISA-88 (IEC61512) control batch estándar, el ANSI/ISA-95.00.02-2002 Iniciativa/ Integración de sistema de control estándar, y el “World Batch Forum” B2MML (Business to Manufacturing Markup Language) finalmente el “Open Modular Architecture Controls “(OMAC), directrices del embalaje y desarrollo de normas.

La adaptación tan veloz y amplia de las cervecerías que actualmente operan, depende del aumento del número y tipos de productos que se fabrican. Los portafolios de marca seguirán creciendo tanto en las regiones desarrolladas como en las menos desarrolladas del mundo.

Aumento de la flexibilidad en la fabricación

La información exacta para tomar decisiones fundamentadas y la capacidad de actuar sobre ellas, comienza con el proceso, embalaje y el sistema de control de utilidades. Pero la mayor parte de las cervecerías tienen varios tipos de mando que son pobremente integrados así como los diferentes tipos de procesamiento y equipo de embalaje, originalmente diseñados para empaquetar un número limitado de productos en cierto número de botellas y latas, esto ha dificultado la rápida respuesta a las demandas del consumidor. Las normas y estandarización se vuelven fundamentales en el nuevo equipo de proceso y en el control de criterios de selección, que acentúan la adaptabilidad del equipo y controles, modularidad y flexibilidad del embotellamiento y el equipo de embalaje, reguladores de embalaje con lógica integrada y el arranque basado en directrices OMAC, negocios y “software” de automatización que apoya a los modelos y metodología de control intermitente, fácil integración de la información, y la capacidad de apoyo global del proveedor.

Reducción de la variabilidad de producto

Las cervecerías hoy en día producen una amplia variedad de productos, pero al mismo tiempo continúan reduciendo la variación que puede existir en cada uno de estos productos, esto requiere el monitoreo total del lote, asignación de rutas del lote, y la dirección de la formulación, la cual apoya los ajustes en línea basados en la variación de las propiedades de los granos, lúpulo y otros

ingredientes. Esto también requiere la integración estrecha de las funciones de control de calidad y operaciones de producción, por lo que las cervecerías están instalando aparatos de tecnología avanzada para lograr medir parámetros de calidad en línea. Otros cerveceros han optado por ampliar el desarrollo de la investigación en modernos laboratorios, “laboratory information management systems (LIMS)”,

Se concluye que reducir la variabilidad del producto reduce el costo por hectolitro y al mismo tiempo aumenta el rendimiento.

Reducción del costo por hectolitro

El costo por hectolitro, está directamente relacionado con el rendimiento máximo, maximizando el tiempo de funcionamiento y la utilización del equipo, maximizando la extracción, reduciendo pérdidas y reduciendo el consumo de vapor y otros gastos de utilidades. Está documentado que algunas empresas han sido capaces de reducir considerablemente su costo por hectolitro por la automatización total de la planta y la integración de sus servicios y operaciones de proceso.

Un paso clave de las áreas automatizadas incluye la medición de un porcentaje del producto en todo el proceso con la ayuda de un medidor de flujo másico, la administración de la energía y el filtro, la caldera de cocción, y los controles de automatización de las filtraciones finales, así como los controles de fermentación. Las operaciones dentro de la fabricación de la cerveza se convierten en operaciones altamente automatizadas gracias al equipo cada vez más complejo y la nueva tecnología, en consecuencia las funciones de mantenimiento y el apoyo de la mano de obra se ha quedado atrás.

Se concluye, que la industria cervecera es un ambiente muy competitivo donde la maximización de eficiencia, flexibilidad y utilización de activos son críticos para mantener márgenes de competitividad. La automatización de estándares

se está convirtiendo en una parte importante de los logros y mantenimiento competitivo.²⁵

Alianzas Estratégicas

Las alianzas estratégicas en la industria cervecera sucedieron vertiginosamente durante las últimas dos décadas debido principalmente a la apertura comercial que se generó a nivel mundial. Para la mayoría de las empresas cerveceras la situación anterior era muy cómoda teniendo un mercado protegido, tecnología escasa y muy poca competencia. Con la apertura comercial se generó una nueva situación donde habría que volverse competitivo ya que la disputa por los mercados se había tornado feroz.

Muchas empresas cerveceras optaron por formar alianzas con la idea de hacer frente a la nueva situación.

Las alianzas estratégicas consideran normalmente la creación de acuerdos entre las empresas participantes tendientes al logro de metas comunes

(Sinergias) mediante el intercambio de información y apoyo sobre:

1. Conocimiento sobre mercados.
2. Adquisición de materias primas.
3. Adquisición de bienes de capital.
4. Nuevas tecnologías.
5. Reducción de costos operativos mediante mejoras en los procesos de producción y servicios.
6. Técnicas de gestión.
7. Desarrollo de nuevos productos.

²⁵ ARC BRIEF: Advisory Group (2004), *The Globalization of the Brewing Industry: A New Competitive Landscape*, Recuperado en agosto 2011 en:

http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/bev-wp001_-en-p.pdf

Es muy importante dejar claramente establecidos los acuerdos en una alianza estratégica considerando las diferencias culturales en los casos de empresas de distintos países.

La fuerte competencia ha causado que empresas cerveceras, en su afán de ser más competitivas, opten por la adquisición de tecnología de punta con objeto de incrementar su productividad. La mejora en los índices operativos como son el número de empleados, volúmenes de agua y cantidad de energía utilizada por hectólitro de cerveza han cobrado mucha importancia.

Por otra parte, se han implementado mejores sistemas de logística para la adquisición de materias primas e insumos, así como para la distribución de producto terminado.

Producción mundial de cerveza

La producción anual de cerveza a nivel mundial se estima en más de 1,500 millones de hectólitros con un precio a nivel detallista de 280,000 Millones de Dólares de EUA.

Casi la mitad de toda la cerveza producida en el mundo está en manos de tres grupos cerveceros mismos que se describen a continuación:

AB-Inbev Es hoy en día el grupo cervecero más grande del mundo. Inbev fue creada con la fusión de Am Bev (grupo brasileño que se había formado con la fusión de las dos empresas brasileñas más grandes Brahma y Antártica en el año 2000, adquiriendo en 2003 al grupo argentino Quilmes y el control del grupo Canadiense Labatt) e Interbrew grupo Belga dueño de las marcas Stella Artois, Hoegaarden y Becks entre otras. La adquisición de Anheuser Busch por Inbev en la segunda mitad del año 2008 fue una adquisición muy controvertida. La producción integrada de este grupo asciende a 272 Millones de Hectólitros al año ya considerando las marcas de AB como Budweiser, Michelob y Harbin en China.

SAB Miller Fue creada en el año 2002 cuando SAB (South African Breweries) adquirió a la Miller Brewing Company. Durante el siguiente año, el grupo adquirió a la firma Peroni de Italia y a la firma Bavaria de Colombia. En el año

2008 adquirió a la firma Grolsch de Holanda y creó una alianza con Molson Coors en los Estados Unidos de América. Actualmente se encuentra en proceso de adquirir a la firma Fosters de Australia.

La producción que SAB Miller alcanzó en 2010 los 218 millones de hectólitros.

Heineken Fundada en Holanda en 1864. Tiene actividades en más de 115 Plantas cerveceras distribuidas en más de 70 países. En el año 2006 alcanzó una producción de 132 millones de Hectólitros. Sin embargo, en los últimos años ha adquirido cervecerías en India, Escocia y Serbia y en el año 2010 se completó la adquisición de FEMSA Cerveza (Cuauhtémoc Moctezuma), con lo que su producción actual se estima en 200 millones de Hectólitros.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La cerveza es una bebida muy antigua, sus inicios se remontan aproximadamente a 5000 A.C., sin embargo, no es la misma a la que se conoce hoy en día, ha sido sometida a cambios importantes en su elaboración, los cuales han derivado en variaciones en su sabor y calidad.

No es una bebida de elaboración sencilla, su preparación consta de varias etapas en las que se presentan reacciones bioquímicas y procesos físicos. A lo largo de la historia se han hecho muchas contribuciones, descubrimientos y avances tecnológicos que han permitido manipular el sabor y calidad de la cerveza. Hoy en día es una de las bebidas más conocidas en el mundo, no sólo por los consumidores sino por quienes la elaboran.

En sus inicios la elaboración de la cerveza fue artesanal, donde una persona preparaba algunos galones para consumo personal o familiar, la receta para la elaboración de la bebida era de conocimiento empírico, sin tecnicismos de ingeniería o comentarios científicos de un experto en levaduras, una receta sencilla pero adecuada. Sin embargo, al popularizarse la cerveza se forzó a llevar a cabo una innovación en la forma de fabricarla, incrementando la capacidad de los recipientes, la forma de verter los ingredientes, la forma de mover la mezcla, el empaqueo del producto terminado, la transportación de la bebida terminada. Es evidente que la demanda del producto es un impulsor de la innovación y es en este punto donde nacen las aportaciones del ingeniero químico en la industria.

Por otra parte, muchas de las aportaciones al proceso de la cerveza fueron innovaciones en maquinarias, y equipos inventados para otro fin, por ejemplo, el sistema de refrigeración, este invento no se desarrolló con la finalidad de manejar la fermentación en el proceso de la cerveza y de esta forma obtener una amplia variedad de sabores, sin embargo, el ingeniero químico aprovecha dicho invento e innova la refrigeración en los procesos cerveceros.

El estudio y manejo de las levaduras y la pasteurización realizado por Louis Pasteur no iba dirigido al proceso cerveceros, sin embargo a partir de sus descubrimientos el ingeniero químico hace uso de estas aportaciones para

aplicarlos a mejorar el proceso de la elaboración de la cerveza, estandarizando el sabor de la misma, manipulación del sabor y calidad de la cerveza.

Del mismo modo la invención e innovación en el proceso de molienda, permite mejorar tiempos en la preparación de la cerveza al adaptar un equipo de molienda adecuado para el malteado, sin embargo, los molinos no se inventaron para el proceso de malteado, pero una vez más el ingeniero químico interviene para adaptar molinos que cumplieran con el trabajo deseado.

Otro de los inventos que han sido adaptados al proceso de elaboración de la cerveza es el transporte neumático de sólidos, con este tipo de sistemas se automatiza el proceso de transporte y vertido de sólidos lo cual mejora los tiempos en el proceso. Además, al ser un transporte a través de tuberías permite proteger la materia prima de contaminación debida al ambiente.

El ingeniero químico ha sido de suma importancia para enriquecer el proceso de elaboración de la cerveza como hoy lo conocemos, debido al perfil de los Ingenieros, sus habilidades les permiten adaptar procesos ajenos a sus necesidades.

Uno de los profesionistas, quizás el primero en la lista, con el perfil más adecuado para hacer innovaciones a los procesos de transformación de la materia, es el ingeniero químico, con sus conocimientos de operaciones unitarias, planeación de proyectos y el entendimiento de reacciones químicas, le abre una ventana que le permite ver un proceso en forma global, desde la administración de procesos hasta la operación de los equipos, tiene las posibilidades de comunicarse con otros ingenieros y tecnólogos para adaptar tecnologías tomando en cuenta los cambios e impactos deseados en el proceso y en consecuencia en el producto. En la industria cervecera se han presentado aportes importantes pensados con la visión de la ingeniería química.

Un aporte pensado desde la perspectiva de la ingeniería química que ha mejorado el proceso de elaboración de la cerveza es el unitanque, tanque cilíndrico cónico en el que se llevan a cabo cinco procesos que antes se hacían por separado, la carbonatación, la estabilización, la clarificación, la

homogenización y la maduración. Los beneficios son evidentes y se reducen la utilización de equipos, tiempo, mano de obra, mayores beneficios económicos, es decir, eficiencia en el proceso.

Otras de las cualidades del Ingeniero Químico, es que su perfil le permite impactar antes y después del proceso de elaboración de la cerveza, lo que se conoce como fuera de límites de batería. Sus conocimientos, capacidades y habilidades le permiten incidir y aportar desde antes de la llegada de la materia prima, hasta los residuos generados en el proceso de elaboración

Otros aportes por parte de la Ingeniería Química en el proceso cervecero han impactado en el tratamiento de efluentes y residuos del proceso. Desde el tratamiento del bagazo, hasta el tratamiento de aguas residuales, etapa fundamental en el tratamiento de efluentes ya que logra la producción de metano, la recuperación de lodos, la recuperación del CO₂ y reciclaje del mismo en la carbonatación. Se han adaptado sistemas de bio-reactores combinados, reactor anaeróbico y reactor aeróbico en un mismo proceso de tratamiento de agua con la finalidad de reducir tiempos, además de producir biogás y ayudar a disminuir el impacto ambiental. Al recuperar el CO₂ y reciclarlo se reducen las emisiones de carbono a la atmosfera.

Las áreas de aplicación de la ingeniería química en la industria son vastas y en todas puede participar el ingeniero químico, desde aspectos económicos y administrativos hasta aspectos operativos y de diseño de procesos y tratamiento de residuos. Sin duda la Ingeniería Química es una de las profesiones más nobles y de mayor impacto en la industria y en consecuencia en la sociedad, mejorando procesos y generando beneficios.

En el pasado y el presente el ingeniero químico ha demostrado su gran capacidad para mejorar, y corregir procesos y en el futuro será uno de los profesionistas que ayude a solucionar los problemas del mundo ya sea desde los laboratorios de investigación o en la Ingeniería de campo, innovando, desarrollando equipos o tecnologías y procesos más limpios y eficientes que contribuirán a sociedades sustentables.

Recomendaciones

- La innovación a estudios de biotecnología, malta y cerveza, para producir universitarios con mayor proyección.
- Promover la formación del ingeniero químico inclinada a la innovación de procesos, ya que es alta la posibilidad de hacer innovación en procesos existentes y crear procesos híbridos.
- Continuar con estudios relacionados con la industria cervecera.
- Buscar áreas de oportunidad para eficientar (ahorro de energía) el proceso de fabricación de cerveza.
- Formar al estudiante de ingeniería química de forma consciente en el campo laboral donde puede desarrollarse, ya que se busca orientar al alumno en áreas competitivas de acuerdo a sus actitudes, capacidades y habilidades.

BIBLIOGRAFÍA:

Baxter, E. Denise, *Cerveza: calidad, higiene y características nutricionales*, Zaragoza, España, Acribia, pp. 154.

Berger, Christian, *El libro del amante de la cerveza*, Barcelona, España, Jose J. De Olañeta, Editor, 1988, pp. 222.

Cassá, Roberto, *Raíces y desarrollo de un orgullo dominicano: Historia de la cerveza en la República Dominicana*, Grupo León Jimenes, República Dominicana, 2011, pp. 276.

Christine P. Rhodes, *The encyclopedia of beer*, New York, Henry Holt, 1995. 509 pp.

Finch, Christopher, *Beer: a connoisseur's guide to the world's best*, New York, Abbeville, 1989, pp. 183.

García Llamas, Felipe, *La gran enciclopedia de las plantas curativas*, México, Diana, 2005, pp. 408.

Hines, A.L. y Maddox, R.M, *Mass Transfer. Fundamentals and Applications*, New Jersey, Prentice-Hall, 1985, pp. 542.

Hornsey, Ian Spencer, *Elaboración de cerveza: microbiología, bioquímica y tecnología*, Hornsey, Zaragoza, España, Acribia, 2002. 229 pp.

Jackson, Michael, *El libro de la cerveza*. Barcelona, España, Blume, 1994, pp. 304.

Master Brewers Association of the Americas, *The practical brewer*, Wauwatosa, Wisconsin, 1999, pp. 757.

Mc Cabe, W.L., Smith, J.C. y Harriot, P., *Operaciones unitarias de Ingeniería Química*, Madrid, McGraw-Hill, 1994, pp. 1208

Nelson, Max, *The barbarian's beverage: a history of beer in ancient Europe*, New York, New York, Routledge, 2004, pp. 213.

Osborne, Keith W., *The International book of beer labels mats and coasters*, Londres, Inglaterra, Hamlyn, 1979, pp. 304.

Perry, R.H. y Green, D.W., *Manual del ingeniero químico*, Madrid, McGraw-Hill, Volumen III, 2001.

Priest, F. G., *Handbook of brewing*, CRC/Taylor & Francis, Edimburgo Escocia, 2006, pp. 853.

Wolfgang Kunze, *Technology brewing and malting*, Berlin, 1996, pp. 726.

REFERENCIAS:

Anheuser-Bush, Recuperado en 2011 en: <http://www.anheuser-busch.com>

AB-InBev, Recuperado en 2011 en: <http://www.ab-inbev.com/>

ARC BRIEF: Advisory Group (2004), *The Globalization of the Brewing Industry: A New Competitive Landscape*, Recuperado en agosto 2011 en:

http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/bev-wp001_-en-p.pdf

Asahi Breweries, Recuperado en 2011 en: <http://www.asahibeer.com/>

Asociación de Cerveceros Artesanales de la República Argentina, (2006), *Maltas Cargill*, Recuperado en mayo 2011 en:

http://www.cervezas-argentinas.com.ar/Maltas_Cargill.htm

Brahma, Recuperado en 2011 en: <http://www.brahma.com/>

Carlsberg Group, Recuperado en 2011 en: <http://www.carlsberg.com/>

Cuauhtémoc Moctezuma, Recuperado en 2011 en: <http://www.cuamoc.com/>

F. X. Castañé, S.A. DAMM (mayo, 2000), *Los tanques cilindro-cónicos y el tiempo de guarda de la cerveza*, Alimentación equipos y tecnología, Recuperado en octubre 2011 en:

<http://www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/al/gratis/16articulo.pdf>

Germán Salcedo García York International S.A. de C.V. (2005-11-15), *Información General sobre Refrigeración con Amoniaco 1ra Parte*, Recuperado en agosto 2011 en:

<http://www.refrigeracionindustrial.com/cgi-bin/RRI.pl?s=a&a=print&id=2>

Grupo Modelo, Recuperado en 2011 en: <http://www.gmodelo.mx>

Guinness, Recuperado en 2011 en: <http://www.guinness.com/>

HVG Hopfenverwertungsgenossenschaft (2003) *Procesamiento de lúpulo*, Recuperado en junio 2011 en:

<http://www.hvg-germany.de/es/procesamiento-del-lupulo/razones>

Heineken, Recuperado en 2011 en: <http://www.heineken.com>

Ingeniería Química: El Portal de Referencia para Ingenieros Químicos, Federico Scodelaro (2006), *Ingeniería Química – Definición*, Recuperado en noviembre 2011 en:

http://www.ingenieriaquimica.org/ingenieria_quimica

Labbat, Recuperado en 2011 en: <http://www.labatt.com/>

Ministerio de Medio Ambiente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2005), *Guía De Mejores Técnicas Disponibles En España Del Sector Cervecerero*, Recuperado en junio de 2011 en:

<http://www.cerveceros.org/pdf/guiaMTDsconMimam.pdf>

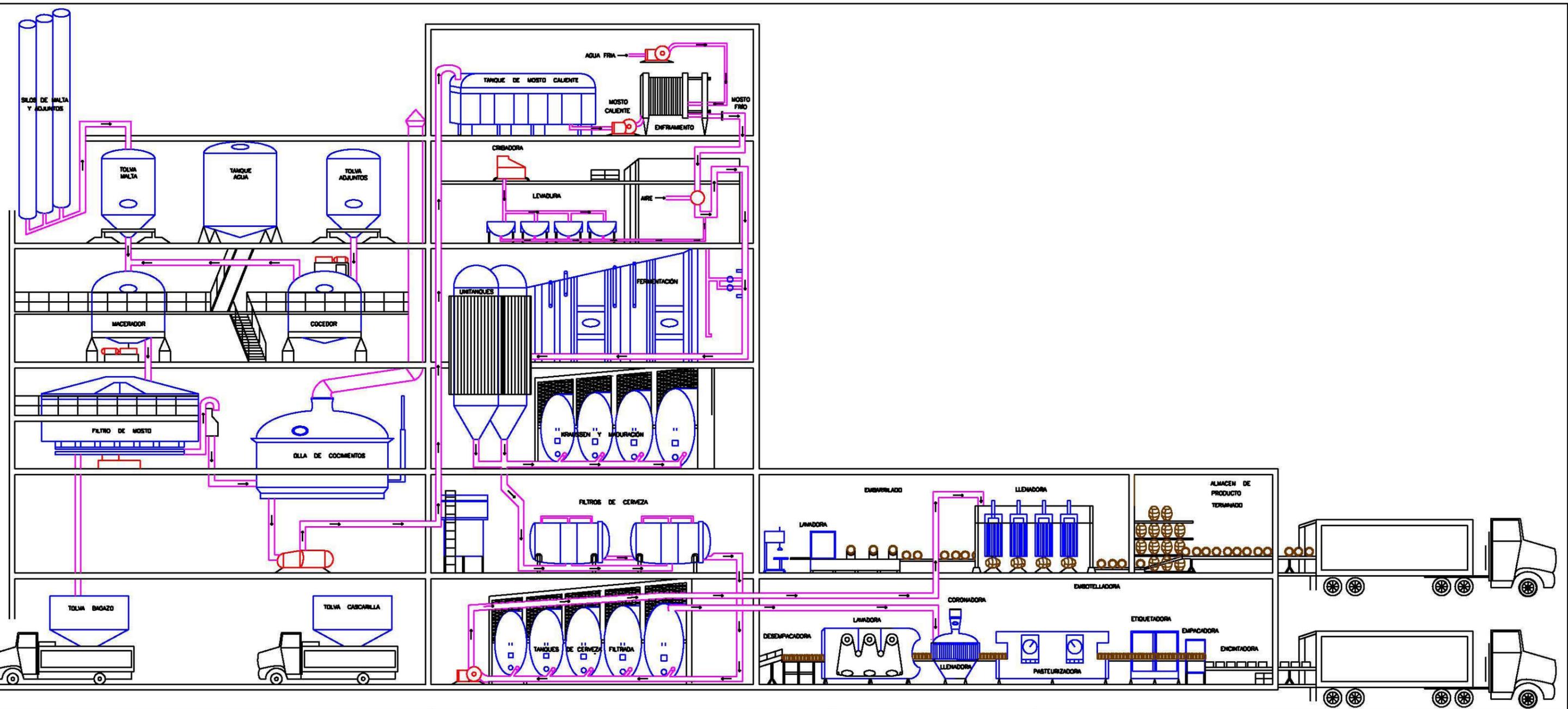
Quilmes, Recuperado en 2011 en: <http://www.quilmes.com.ar/>

SABMiller, Recuperado en 2011 en: <http://www.sabmiller.com/>

Stella Artois, Recuperado en 2011 en: <http://www.stellaartois.com/>

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química (2007), *Perfil del egresado: Ingeniero Químico*, Recuperado en noviembre 2011 en:

http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=60&id_article=3127&color=227AB9&rub2=94



REVISIONES

FECHA	No. REV.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
01	23-01-2012	Elaboración del Dibujo

DIBUJO DE REFERENCIA

FECHA	No. REV.	NOMBRE
N/A	N/A	DIAGRAMA PROMOCIONAL DE GRUPO MODELO.

ELABORACION Y APROVACIÓN

ELABORADO POR: ITZEL ELYRA WALLEJO HIDALGO	FIRMA:
APROBADO POR: REYNALDO SANDOVAL GONZÁLEZ	FIRMA:

PROCESO KRAUSSEN DE ELABORACIÓN DE CERVEZA

El presente dibujo es un diagrama esquemático, no está a escala y solo es una representación del proceso real.	
El objetivo es ilustrar de forma sencilla los distintos pasos en la elaboración de la cerveza.	
Lugar: Facultad De Química U.N.A.M. Edificio E, Primer Piso, Circuito Exterior, Zona De Institutos, C.U. México D.F. C.P. 04510	
Proyecto: Tesis	Nombre: Contribución del Ingeniero Químico en la Industria Cervecería
Revisión: 01	Fecha: 23-01-2012