



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**Coordinación de
Pasantías Académicas**

Pasantía de Investigación

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Y TECNOLOGÍA
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS MEZCLAS DE
ANTIOXIDANTES EN LA ESTABILIDAD DE LA
CERVEZA ENVASADA
HERMANN ANDRE GARBERS TYMCZUK**

MARACAY, NOVIEMBRE 2015



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Y TECNOLOGÍA



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS MEZCLAS DE ANTIOXIDANTES EN LA
ESTABILIDAD DE LA CERVEZA ENVASADA.**

Br: Garbers, Hermann.

Tutora académica: Ing. Agr. Msc. Fragenas, Nathalie.

Tutora empresarial: Ing. Agr. Msc. Luzón, Odalis.

**TRABAJO PRESENTADO COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO MENCION AGROINDUSTRIAL QUE
OTORGA LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

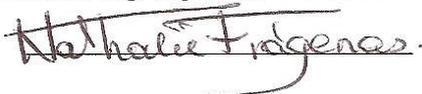
Maracay, Noviembre 2015.

APROBACIÓN POR EL JURADO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado, **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS MEZCLAS DE ANTIOXIDANTES EN LA ESTABILIDAD DE LA CERVEZA ENVASADA**, cuya autor es el bachiller **Hermann André Garbers Tymczuk**, cédula de identidad **19.607.600**, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo Mención Agroindustrial.

Tutora academica.

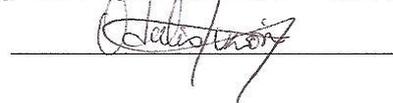
Profesora. Ing. Agr. Msc Nathalie Fragenas.



C.I: V-6148881

Tutora empresarial.

Ingeniero agrónomo Msc. Odalis Luzon.



C.I: V- 10512342

Jurado Principal.

Profesora Dra. Nora Techeria.



C.I: V-15470789

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios todopoderoso, a la virgen del Valle, y al Papá Juan Pablo II, que siempre me guiaron, apoyaron y me hicieron tomar las mejores decisiones de mi vida.
- A mis padres, hermanos y familia, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todo.
- A mis fieles amigos, por acompañarme en toda mi carrera.
- A mi bella novia, María Flores, gracias por ser mi mejor amiga y mi compañera de carrera.
- A la Universidad Central de Venezuela, la casa que vence las sombras, que me formo como profesional.
- A todos los profesores que me permitieron obtener sus conocimientos, y su valiosa amistad, en especial a las profesoras Brunilda Perdomo, Helen Perez Pivat, Nathalie Fragenas, Nora Techeira, Raizza Spirow, Rossana Figueroa y a Shimazu Martínez
- A la empresa Cervecería Regional C.A, planta Cagua, por permitirme realizar mis pasantías de investigación.
- Agradezco inmensamente a Noris Carerro, por su apoyo y sus enseñanzas.
- A mi tutora Odalis Luzon, por guiarme en mi trabajo y hacer de mí un mejor profesional.
- A todos mis compañeros de la planta, especialmente a Daniel Barillas, Mildred Cárdenas, Lorena García, Gustavo González y Gabriel González.
- A todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron con consejos y aportes durante mi carrera.

DEDICATORIA

- Dedico primeramente este trabajo a Dios todopoderoso, a la Virgen del Valle, y al Papá Juan Pablo II, por cuidarme, guiar e iluminar mi vida.
- A mi abuela Olga Tymczuk, fuiste y serás el mayor ejemplo en mi vida, siempre te llevo en mi corazón y nunca te olvidare, Я люблю тебе бабуся.
- A mis padres, por ser mis pilares, por enseñarme a buscar siempre mis metas, por darme su cariño, su amor, y apoyarme en todo.
- A mis hermanos, que han sido un gran modelo en mi vida, han estado a mi lado cuando siempre lo necesitaba.
- A mis amigos, especialmente, Ángel Caló, Alismar Acosta, Héctor Sánchez, Manuel Cabeza, Nelson Pizzo y Rubén Rodríguez, son más que un amigo, son mis hermanos.
- A compañera de carrera, mi compañera de vida y mi mejor amiga, gracias por estar siempre a mi lado, y por creer en mí, gracias por todo María Flores.
- A mi tutora académica, profesora Nathalie Fragenas, usted ha sido la mejor tutora que pude haber encontrado, muchas gracias por sus enseñanzas, por su paciencia y su valiosa colaboración, sin usted no pudo ser posible.
- A mis dos tutoras empresariales, aunque en papel, figure una sola, tengo que dedicar el trabajo Noris Carerro y a Odalis Luzon, por su apoyo en todo momento.

Garbers Tymczuk, Hermann André. **Evaluación del efecto de dos mezclas de antioxidantes en la estabilidad de la cerveza envasada.** Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Aragua, Venezuela. Tutora académica. Ing. Agr. Msc Nathalie Fragenas. Tutora empresarial. Ing. Agr. Msc Odalis Luzon.

RESUMEN

Una de las características más importantes de la cerveza es la estabilidad, y esta viene dada por la presencia o no de los radicales libres, los cuales son los responsables de las reacciones oxidativas, lo que conlleva al deterioro de la cerveza, por lo que el presente trabajo, tuvo como objetivo, evaluar el efecto de dos mezclas de antioxidantes en la estabilidad de la cerveza filtrada tipo Light, Ice y Pilsen, esto se logró mediante análisis de sulfito tanto para el patrón que contenía la mezcla original, como para la prueba con la mezcla nueva de antioxidantes, se compararon los resultados entre sí, y con el rango establecido por la American Society Of Brewers Chemist (ASBC), se evaluó su efecto en la calidad organoléptica de la cerveza envasada, aplicando pruebas de perfil fundamentada por la ASBC, a un panel entrenado de maestros cerveceros. Los resultados obtenidos, demostraron que en todas las muestras de cerveza que contenían la mezcla nueva de antioxidantes, los valores de dióxido de azufre fueron superiores con respecto a los obtenidos con el patrón, por lo que se concluyó que la mezcla nueva de antioxidantes aumentó la estabilidad y la vida útil de la cerveza, sin afectar las características sensoriales de la misma, según lo manifestado por el panel entrenado.

Palabras clave: Cerveza, antioxidantes, dióxido de azufre, pruebas sensoriales.

Garbers Tymczuk, Hermann André. **Evaluation the effect of two mixtures of antioxidants in the stability of bottled beer.** Grade work. Central University of Venezuela, Faculty of Agriculture Aragua, Venezuela. Academic tutor. Nathalie Fragenas. Company tutor. Odalis Luzon.

ABSTRACT

One of the most important characteristics of the beer, is the stability, and this is given by the presence or absence of free radicals, which are responsible for oxidative reactions, leading to deterioration of beer, so the this work aimed to evaluate the effect of two mixtures of antioxidants on the stability of filtered beer Light, Ice and Pilsen type, this was done by analysis of sulfite for both the patron which contained the original mixture, and, to the test with the new mix antioxidants, the results to each other are compared, and the range established by the American Society of Brewers Chemist (ASBC), its effect was evaluated in the organoleptic quality of the packaged beer, applying profile test based on the ASBC, to a trained panel brewers. The results showed that in all the beer samples that contained the new mixture of antioxidants the values of sulfur dioxide were higher compared to those obtained with the pattern, so it was concluded that the new blend of antioxidants increased the stability and the useful life of beer, without affecting the sensory characteristics thereof, as manifested by the trained panel.

Key words: Beer, antioxidants, sulfur dioxide, sensory test.

ÍNDICE

	Página
Aprobación del jurado.....	3
Agradecimiento.....	4
Dedicatoria.....	5
Resumen.....	6
Índice.....	8
Índice de cuadros.....	10
Índice de figuras.....	11
Introducción.....	12
Objetivos.....	14
• Objetivo general.....	14
• Objetivo específico.....	14
Revisión bibliográfica.....	15
• Cerveza.....	15
• Tipos de cerveza.....	15
• Materias primas.....	15
▪ Cebada malteada.....	15
▪ Agua.....	16
▪ Levadura.....	17
▪ Lúpulo.....	17
▪ Antioxidantes.....	18
▪ Aditivitos y otros.....	18
• Procesos de elaboración de la cerveza.....	18
▪ Producción de mosto.....	18

▪ Fermentación.....	19
▪ Filtración.....	19
▪ Envasado.....	20
• Antecedentes.....	22
• Metodología.....	24
▪ Ubicación del estudio.....	24
▪ Etapa 1: Determinación de la cantidad de sulfitos presentes en la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen.....	24
▪ Etapa 2: Evaluación mediante pruebas sensoriales del efecto de las mezclas de antioxidantes sobre la estabilidad organoléptica de la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen.....	25
• Resultados y discusión.....	31
▪ Etapa I.....	31
▪ Etapa II.....	46
• Conclusiones.....	47
• Recomendaciones.....	48
• Referencias Bibliográficas.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
• Cuadro 1: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 1.....	31
• Cuadro 2: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 2.....	34
• Cuadro 3: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 1.....	37
• Cuadro 4: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 2.....	40
• Cuadro 5: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Ice.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
• Figura 1: Tipos de cebada por hileras.....	16
• Figura 2: Diagrama del proceso de filtración.....	19
• Figura 3: Método de determinación de dióxido de azufre en cervezas según el método de la ASBC.....	26
• Figura 4: Esquema tecnológico de bloques del proceso de elaboración de cerveza, indicando tomas de muestras.....	27
• Figura 5: Punto de tomas de muestras para el análisis de dióxido de azufre en el proceso de elaboración de cervezas.....	28
• Figura 6: Punto de toma de muestra para catación en el proceso de elaboración de cerveza.....	29
• Figura 7: Prueba de perfil según el método de la ASBC.....	30
• Figura 8: Valores ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 1.....	33
• Figura 9: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 2.....	36
• Figura 10: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 1.....	39
• Figura 11: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 2.....	42
• Figura 12: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Ice.....	45

INTRODUCCIÓN

En la industria de bebidas alcohólicas, la cerveza se encuentra entre los productos más buscados a nivel mundial, debido entre otras cosas a la gran variedad de tipos de cerveza que existen; por lo que las empresas que la elaboran, se ven en la necesidad de crecer para poder suplir la creciente demanda, esto a su vez sin descuidar las características fundamentales del producto, tales como olor, color, sabor, espuma y amargor, que son tan apetecibles y conforman la calidad de esta bebida fermentada.

La calidad en la industria alimentaria, se asocia con el sabor y el aspecto del alimento, el consumidor siempre busca productos inocuos y que sean accesibles económicamente. En el área de la industria cervecera, la calidad esta incondicionalmente relacionada al sabor, por lo cual las empresas aplican manuales de control de procesos para evaluar las etapas de desarrollo de sus productos, y así mantener la calidad de los mismos.

Cervecería Regional, es una de las grandes empresas cerveceras a nivel nacional, creada el 14 de mayo de 1929 en Maracaibo, estado Zulia, con el nombre de Compañía Anónima Cervecería Regional, en 1937 debido a su gran calidad de sus productos le valió la medalla de oro en la exposición internacional de Paris en 1937, siendo la única en el país en ostentar este galardón. En 1992 el grupo Cisneros adquiere a Cervecería Regional, e impulsa la expansión del mercado nacional. En 1997 se construye la planta de procesamiento de cerveza más moderna de Latinoamérica inaugurada en Cagua, estado Aragua. El portafolio de productos de la empresa incluye Regional Pilsen, Light, Ice y Malta Regional. (<http://www.cerveceriaregional.com/historia-de-cerveceria-regional/historia-de-cerveceria-regional/?age-verified=8737ba50ed>).

Una de las características más importantes de la cerveza, es su estabilidad en el tiempo, y la misma viene dada por la presencia o no de radicales libres. La actividad antioxidante de la cerveza está determinada por las condiciones de cada proceso en las etapas de la elaboración del producto. Todas las cervezas tienen cierta cantidad de antioxidantes naturales como polifenoles, sulfitos y otros reductores que protegen su sabor ante la oxidación por reacciones de radicales libres evitando el envejecimiento de la bebida. Existen cervezas con mayor actividad antioxidante que otras, y por ende pueden resistir mayor tiempo la oxidación, y a su vez al disminuir dicha actividad se obtienen productos con una mayor estabilidad en su vida útil (Bolívar, 2013)

En virtud de lo expuesto y dada la importancia de alargar la vida útil del producto, la finalidad del presente estudio fue evaluar una mezcla de antioxidantes, incorporada en la segunda etapa de filtración, con el fin de prevenir o retardar la oxidación de la cerveza, determinando además si la adición de estos antioxidantes provocaba cambios en las propiedades organolépticas de los distintos tipos de cerveza elaboradas en la empresa.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto de dos mezclas de antioxidantes en la estabilidad de la cerveza envasada.

Objetivos específicos

- Determinar la concentración de sulfitos presentes en la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen, con el fin de evaluar la mezcla de antioxidantes.
- Evaluar mediante pruebas sensoriales el efecto de las mezclas de antioxidantes sobre la estabilidad organoléptica de la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Cerveza: La cerveza es una bebida alcohólica obtenida de la fermentación mediante una levadura de cultivo de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, de un extracto obtenido de cereales entre los cuales debe figurar la cebada malteada como componente mayoritario (> 50 %) y el resto de otros cereales malteados o no, y/o de otros adjuntos cerveceros, adicionada de lúpulo o sus derivados a fin de impartir aroma y sabor amargo característico. La clasificación de “cerveza genuina” se reserva para el producto que se obtenga de la cebada malteada y lúpulo sin adición de otro cereal (COVENIN 91- 96, 1996).

Tipos de cerveza: Existen dos tipos, que dependen de la fermentación del mosto, y de los métodos de elaboración (Bolívar, 2013)

- Lager: Es una cerveza fermentada con una levadura que trabaja a baja temperatura, se denomina de fermentación baja porque dicha levadura trabaja en la parte baja del tanque, posteriormente se deja madurar en frío, aproximadamente a 0° Celsius.
- Ale: Son cervezas con levaduras denominadas altas, debido a que durante el proceso de fermentación suben a la superficie del tanque junto con la espuma que se produce. Con esta levadura se debe fermentar a temperaturas entre 15° Celsius hasta 24° Celsius aproximadamente.

En Venezuela, las de fermentación baja son las más populares y su graduación se aproxima al 4% de alcohol en volumen. Las cervezas elaboradas en el país por cervecería regional, son las siguientes:

- ICE: Grado alcohólico 4.5.
- LIGHT: Grado alcohólico 4.0
- Pilsen: Grado alcohólico 5.0
- Zulia: Grado alcohólico 4.5

Materias primas: Entre las materias primas utilizadas para la elaboración de la cerveza se encuentran: Cereales, lúpulo, agua cervecera, levadura y además es bastante común añadir más dióxido de carbono a la cantidad producida naturalmente por la fermentación (Scragg, 1996).

- a) **Cebada malteada:** Bolívar (2013), la define como la materia prima más importante y preferida por encima de otros cereales, debido a que el grano está revestido por una

cáscara que protege el germen durante el malteado y evita que el grano pierda su contenido de almidón, compuesto necesario para generar azúcares. Generalmente se utiliza la cebada de dos hileras, ya que sus granos son más desarrollados en comparación a la cebada de seis hileras, como se puede observar en la figura 1.

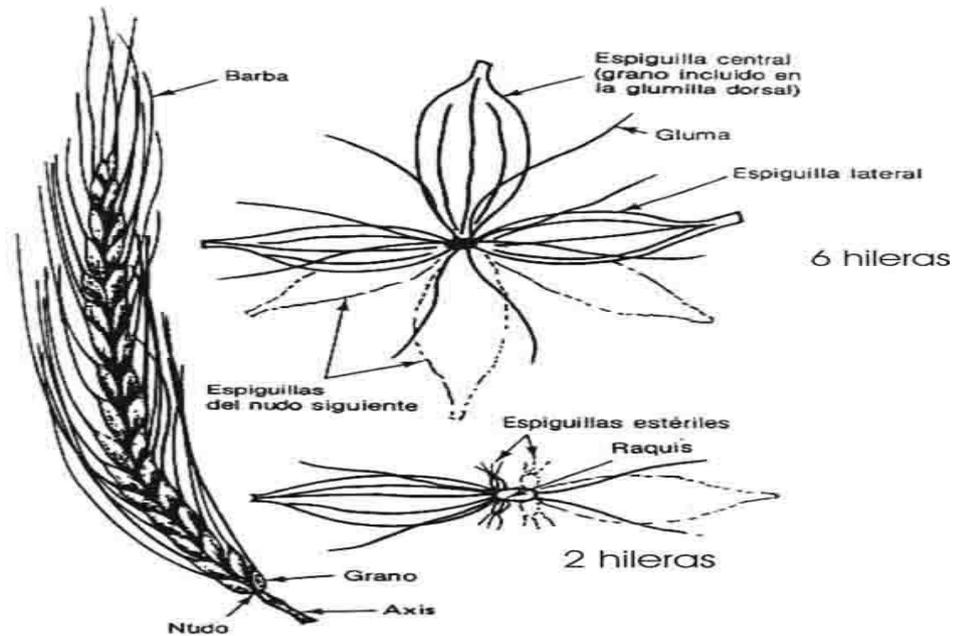


Figura 1: Tipos de cebada por hileras.

Fuente: <http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/maltas.html>

El mismo autor señala que el malteado consiste en germinar los granos para provocar las transformaciones que la cebada logra de forma natural durante su crecimiento y detener esta transformación rápidamente según las características esperadas.

- b) Agua:** Las características del agua que se utiliza para el proceso de elaboración de cerveza, son tan importantes como la calidad del resto de las materias primas. A pesar de que las materias primas y los diferentes pasos del proceso influyen considerablemente sobre las propiedades finales de la cerveza, el agua es el medio en donde se llevan a cabo todas las reacciones necesarias para fabricarla. 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, rebaja el color y la opacidad o lo turbio de la cerveza. El cobre, el manganeso, el zinc, inhiben la floculación de las levaduras. Los sulfatos refuerzan el amargor y la sequedad del lúpulo (Núñez y Torrealba 2012).

c) **Levadura:** Pilla y Vinci (2012) señalan, que las levaduras son indispensables para la producción de la cerveza. Estos son microorganismos responsables de la fermentación, y por lo tanto, de la transformación del azúcar en alcohol y en anhídrido carbónico (gas carbónico). En la producción moderna, este proceso se realiza en ambientes sometidos a una temperatura controlada, con cepas de levaduras seleccionadas (*Saccharomyces carlsbergensis* o *Saccharomyces cerevisiae*) que permiten obtener un resultado seguro. Se distingue la fermentación alta, que se produce a una temperatura de 15-30 °Celsius, la fermentación baja que se da a 10-15 ° Celsius, y finalmente la fermentación espontánea, que, respetando la antigua tradición y siguiendo el método medieval, utiliza las levaduras naturales presentes en el aire, las *Bettanomyces bruxellensis* y *lambicus*.

Los mismos autores señalan que la levadura, es añadida al mosto en los tanques de fermentación para que transforme los azúcares fermentables obtenidos de la maceración, en alcohol etílico, gas carbónico (CO₂) y compuestos aromáticos, alcanzando así la fermentación alcohólica. La levadura fermenta este mosto hasta que tenga 6 – 7 % de extracto aparente, todo el contenido del propagador grande se trasegara a un tanque cilíndrico-cónico en el cual se realiza la fermentación.

De igual forma, cuando la fase de fermentación ha concluido, la levadura de cerveza es extraída por la parte inferior del tanque cilíndrico, donde se encuentra decantada al terminar el proceso, su extracción se realiza en dos operaciones conocidas como cosecha de levadura, que se efectúa cuando el tanque ha alcanzado aproximadamente los 5 °Celsius, y la segunda, llamada purga de levadura, que se practica al llegar a los 0 °Celsius.

La levadura extraída se reutiliza en cuatro o cinco fermentaciones de otros tanques, luego es desechada y se denomina levadura de descarte.

d) **Lúpulo:** Pilla y Vinci (2012) indican que esta planta trepadora es el auténtico aromatizante de la cerveza. De las flores femeninas del lúpulo, se extrae un polvo amargo de color amarillento, la lupulina, que contiene resinas, como la humulona y la lupulona, así como ácidos que contrarrestan el dulzor de las maltas y dan una nota de ligero amargor a la cerveza. Con la presencia de lúpulo noble, rico en aceites esenciales, se obtiene una mejor aportación de aromas. Además, los taninos

contenidos en la parte verde de la flor posibilitan la clarificación de la cerveza en la fase de cocción del mosto al coagular con las proteínas.

- e) **Antioxidantes:** Un antioxidante es cualquier sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por una oxidación. Los radicales libres son moléculas que han perdido un electrón y se vuelven muy inestables, por lo que tienden a tomar un electrón de otra molécula y así alteran su estructura, los antioxidantes ceden electrones a los radicales libres sin ser alterados en su estructura (Youngson, 2003).
- f) **Aditivos y otros:** Bolívar (2013), señala que otras fuentes de extracto como los adjuntos tienen importancia en la fabricación de cervezas claras y estables, por su aporte de almidón que son una fuente de alcohol, lo mismo que el almidón de cebada pero contribuyen poco al color, sabor, aroma y contenido de proteínas. En cervecerías se emplea principalmente maíz, arroz y avena, y en algunos casos utilizan frecuentemente jarabes, que se fabrican a partir de harina de cereales o almidón por hidrólisis enzimática o ácida. La capacidad de fermentación está en el rango 40 -78%; estos se añaden a la paila de mezcla. La concentración del mosto se puede aumentar de esta manera entre un 15 a 18%.

Proceso de elaboración de la cerveza: Bolívar (2013), describe la serie de procesos que siguen para la elaboración de la cerveza, y los divide en cuatro etapas.

- a) Producción de mosto.
- b) Fermentación.
- c) Filtración:
- d) Envasado.

Producción de mosto: Este proceso se inicia a partir de la molienda de la cebada, seguidamente viene la maceración para la obtención del mosto, posteriormente se somete a una clarificación para la separación de los sólidos que no son deseados en el proceso y se añade el lúpulo. El mosto así obtenido va a cocimiento hasta alcanzar una temperatura aproximada de 80 ° Celsius, luego es sometido a una nueva clarificación en un Whirlpool (tanque de agitación) en el que se van a retirar las partículas sólidas formadas por el cocimiento y posteriormente la mezcla se enfría en un intercambiador de calor para pasar a la próxima etapa.

Fermentación: Etapa en la cual se incorpora la suspensión de levadura al mosto para iniciar el proceso de la fermentación alcohólica, la cual depende de la concentración de células de la levadura y de la aireación de dichas células. Como producto final se obtiene etanol y dióxido de carbono. Esta etapa tiene una duración aproximada de 6 a 7 días, posteriormente se retira la levadura y permanece por 14 días en maduración.

Filtración: Culminada la maduración, se aprecia que la cerveza está clara. Sin embargo, es necesario filtrarla con el propósito de optimizar su estabilidad y darle la brillantez deseada. Este proceso se lleva a cabo en dos etapas, la primera es la filtración de la cerveza a bajas temperaturas, del orden de -2° Celsius aproximadamente, y luego se lleva a cabo el tratamiento de la cerveza con agentes antioxidantes para que su calidad organoléptica se preserve durante un mayor tiempo en el mercado.

En la figura 2, se puede observar detalladamente cada paso en el proceso de filtración de la cerveza, sin importar cuál sea el tipo de cerveza involucrada.

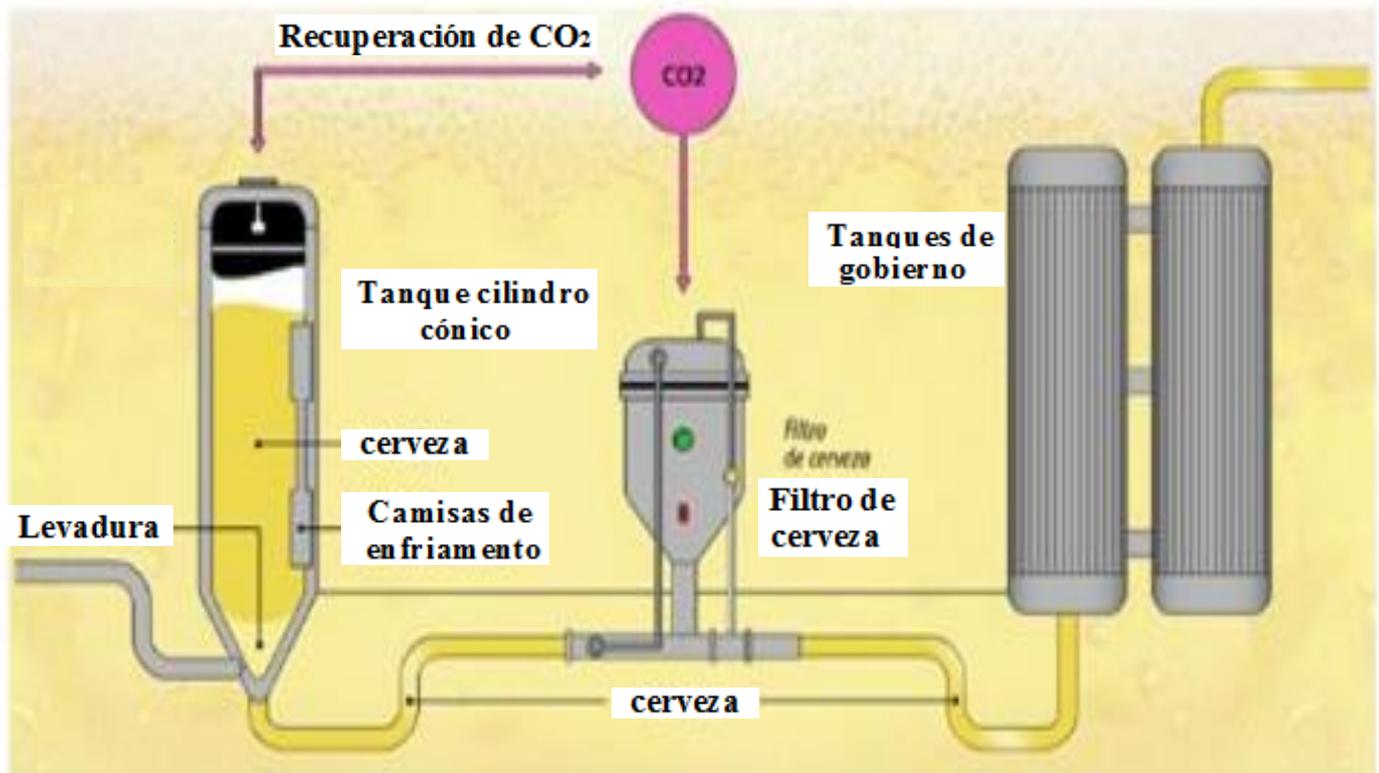


Figura 2: Diagrama del proceso de filtración.

Fuente: <https://cervecerosdevenezuela.org/Web>

Envasado: Es la última etapa, y consiste en primeramente, pasteurizar la cerveza, posteriormente ser envasadas en las distintas presentaciones que tiene la empresa.

Para la fabricación del producto se requieren de equipos y maquinarias de alta tecnología, las cuales se mencionan a continuación.

- Macerador.
- Filtros
- Pailas de cocción.
- Intercambiadores de calor.
- Tanques cilíndricos.
- Tanques de contrapresión fermentador - madurador.
- Bombas dosificadoras.
- Centrifuga.

En cervecería Regional el proceso se inicia con la recepción de la cebada malteada, su procedencia es principalmente de Europa. El siguiente proceso es el macerado, el cual se fundamenta en mezclar la malta con agua caliente, manteniendo condiciones de temperatura adecuadas de forma que el almidón contenido en el cereal, por un proceso enzimático se transforme en azúcares fermentables (glucosa, maltosa, maltotriosa, sacarosa, fructosa) y no fermentables como la dextrina, en esta etapa se obtiene el denominado “mosto”. Después del proceso de maceración, toda la materia soluble que fue extraída de la malta y adjuntos debe separarse de la parte insoluble o afrechos, por el proceso de filtración del mosto.

En la siguiente etapa, el mosto previamente enfriado por los intercambiadores de calor, pasa a los tanques cilindrocónicos (TCC), y se le inyecta la levadura. La levadura es el microorganismo que se va a encargar de la transformación de azúcares y almidones a alcoholes, dióxido de carbono y energía en forma de ATP, que es consumido por los mismos microorganismos en su metabolismo. Posteriormente se retira la levadura y se deja madurar la cerveza por aproximadamente 14 días en los TCC.

Transcurridos los 14 días de la maduración, la cerveza puede presentar cierto grado de turbidez, por lo que se le realiza una nueva filtración, a fin de clarificarla. A su vez se le agregan los antioxidantes, los cuales permiten que la cerveza presente una mejor calidad organoléptica y mayor vida útil. La cerveza filtrada se va depositando en tanques de almacenamiento presurizados para evitar su descarbonatación.

En la última etapa, la cerveza previamente pasteurizada, es envasada bien sea en latas o botellas para ser pasteurizadas, etiquetadas, empaquetadas y despechadas a los centros de acopios.

ANTECEDENTES

Bolívar (2013), evaluó la estabilidad del sabor de la cerveza controlando la migración de metales (Cu, Cr, Fe y Mn) durante la filtración por tierras de diatomeas, determinando que la estabilidad del sabor es una de las características más importantes que definen la calidad de la cerveza y que está se ve afectada por el almacenamiento a temperaturas no controladas, originando su envejecimiento. Esto ocurre por la presencia de radicales libres, que son los responsables del proceso de deterioro oxidativo con el apoyo catalítico de ciertos metales, por lo que el propósito de toda industria cervecera es preservar y mejorar la estabilidad del sabor por un periodo de tiempo prolongado. Las reacciones oxidativas en la cerveza son catalizadas por metales como cobre, cromo, hierro y manganeso, y en el proceso de filtración con tierra de diatomeas, existe la posibilidad de que estos metales migren a la bebida por efecto de la solubilización. Los resultados de potencial antioxidante por quimioluminiscencia y las pruebas sensoriales demostraron que la cerveza elaborada aplicando filtración con el tratamiento ácido de tierra de diatomeas, presentaba a una mayor estabilidad del sabor, lo cual permitió demostrar que pequeñas concentraciones de metales con poder oxidante y capaces de catalizar reacciones oxidativas en la bebida, pueden ser retenidos por la tierra de diatomeas.

García y Párraga (2011) determinaron la estabilidad de una bebida alcohólica de cacao tipo rompopo, utilizando tres tipos de gomas (Guar, xantan, carragenina) a diferentes concentraciones. Para ello establecieron nueve tratamientos más un testigo con tres réplicas, la unidad experimental fue de 375ml, la misma que se utilizó para la evaluación sensorial, con catadores no entrenados para determinar el mejor tratamiento, que fue el que contenía 0,05 % de carragenina. Al analizar su composición bromatológica, resultó: 4,01 % proteína, 0,94% ceniza, 59,87% sólidos totales, 6,70% grasa, 59,27 °brix, y 0,21 de acidez total (expresado en % de ácido láctico) y un pH de 6,04.

Ochoa, *et al*, (2012) evaluaron las características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp) roja, rosa y blanca, a los cuales se les evaluó pH, sólidos solubles totales, acidez titulable, color, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. Al jugo de pitahaya fermentado con *Saccharomyces cerevisiae* se le evaluaron además el número de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras y contenido alcohólico. Los sólidos solubles totales y pH disminuyeron en el jugo fermentado en todas las variedades de pitahaya. El contenido de compuestos fenólicos fue mayor en el jugo de pitahaya roja, seguido de la rosa y la blanca con valores promedios de 45,3, 32,1y 24,6 mg de ácido gálico/100 mL de jugo, respectivamente.

Por ende, la capacidad antioxidante fue superior en el jugo de pitahaya roja (160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo). La fermentación del jugo de pitahaya incrementó el contenido de compuestos fenólicos (variando de 45,31 a 51,38 mg de ácido gálico/100 mL de jugo, en pitahaya roja), aunque disminuyó la capacidad antioxidante (variando de 124,51 a 82,96 mg de Trolox/100 mL de jugo, en pitahaya rosa). El contenido de alcohol de los jugos fermentados fue entre 2,9 y 3,9 % (v/v). Al final de la fermentación la carga máxima de mohos y levaduras (1580 UFC/mL) la presentó el jugo fermentado de pitahaya blanca. Sin embargo, después de la pasteurización el crecimiento microbiano en todos los tratamientos fue menor a 10 UFC/mL

Felices y García (2005), evaluaron la actividad antioxidante (In Vitro) de vinos, provenientes de tres prestigiosas bodegas vitivinícolas del Valle de Lea como son: Bodega Tacama, Vista Alegre y Ocucaje, así como la cantidad de polifenoles totales. Los métodos analíticos utilizados para evaluar la actividad antioxidante se basan en su capacidad de captar radicales libres, el uso del radical 2,2-Difenil-1-picril hidracilo (test del DPPH). Mientras que para polifenoles totales, se aplicó el método de Folin Ciocalteu. Adicionalmente se determinaron diferentes parámetros en la muestra de vinos provenientes de Bodega Tacama. Los valores obtenidos demuestran que el vino denominado (Selección Especial) de Bodega Tacama presenta una mayor capacidad antioxidante, cuya variedad de uva corresponde a Tannat y Petit Verdot. En concordancia a ello la cantidad de polifenoles totales analizadas en las diferentes muestras se encontró en mayor concentración en el vino (Selección Especial).

METODOLOGÍA

Ubicación del estudio: El estudio se llevó a cabo en la empresa Cervecería Regional C. A. planta Cagua, estado Aragua, Venezuela, específicamente en el área de filtración en sala fría y en los tanques de cerveza filtrada, los distintos análisis fueron realizados en el laboratorio de instrumental, ubicado en el laboratorio central.

- **Etapa 1: Determinación de la cantidad de sulfitos presentes en la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen.**

Para identificar los cambios ocurridos en la cerveza por la aplicación de la mezcla nueva de antioxidantes, se procedió a efectuar de acuerdo a la metodología de la ASBC (1995), el análisis de dióxido de azufre en cada etapa de elaboración del producto, tal como se puede observar en la Figura 3; mientras que en la Figura 4, se muestra un diagrama de bloques que describe el proceso de elaboración de la cerveza de Cervecería Regional, indicando los puntos de toma de muestra. De igual forma, la figura 5 se hace una representación detallada de dicho proceso, con la finalidad de mostrar las etapas de elaboración de la cerveza y los puntos donde se efectuó la toma de muestras para realizar los análisis de sulfitos presentes en la cerveza.

El análisis se realizó en la cerveza fermentada; posteriormente se efectuó en la cerveza proveniente de los tanques de filtrado (en esta parte del proceso de elaboración se incorporó la mezcla nueva de antioxidantes) y luego en la cerveza con 3 meses de vida útil, la cual se obtuvo mediante un ciclo de envejecimiento acelerado (equivalente a 3 meses de vida útil), que consistió en dejar la muestra por 24 horas en agitación a 125 rpm, para luego dejarla en una estufa a 40° Celsius durante 4 días en un ambiente oscuro. Por último, con otra muestra, se realizó otro ciclo de envejecimiento acelerado correspondiente a 3 meses más, de esta forma la cerveza analizada tuvo los 6 meses de vida útil. Las muestras de cerveza se tomaron y depositaron en una botella previamente lavada, y posteriormente fueron sometidas a enfriamiento para ser analizadas.

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existía diferencia entre las muestras estadísticamente significativa, posteriormente los resultados obtenidos fueron analizados primeramente mediante un diseño estadístico de pruebas de medias, según Rioseco y Sámuel (2010), se llaman así porque su cálculo implica una estimación de los parámetros de la población con base en muestras estadísticas. Mientras más grande sea la muestra más exacta será la estimación, mientras más pequeña, más distorsionada será la media de las muestras.

- **Etapa 2: Evaluación mediante pruebas sensoriales del efecto de las mezclas de antioxidantes sobre la estabilidad organoléptica de la cerveza envasada tipo Light, Ice y Pilsen.**

Para evaluar los cambios organolépticos, se realizaron pruebas de perfil (pruebas hedónicas) según la metodología analítica cervecera de la American Society Of Brewers Chemist (ASBC) (1995) con un panel entrenado de maestros cerveceros. Los resultados fueron evaluados haciendo uso de un análisis estadístico sensorial no paramétrico.

Según la Guía Técnica Colombiana (2014), las pruebas de perfil son métodos teóricos para evaluar, de manera reproducible, las propiedades sensoriales de un producto usando términos seleccionados tomados de un glosario establecido previamente mediante una prueba descriptiva simple. A los atributos separados que contribuyen a la impresión sensorial total de la muestra se les da un puntaje en una escala de intensidad y los resultados se emplean para determinar un perfil sensorial para el producto. El método se puede usar para evaluar todas las sensaciones por separado o en combinación.

Las pruebas sensoriales, constaron de una escala de apreciación general, que fue desde intomable, hasta excelente, a su vez poseía varios renglones, que tenían que ser llenados por el maestro cervecero, donde se indicaba el aroma, sabor, cuerpo y dejo de la muestra catada.

En la Figura 6 se indican las etapas del proceso de elaboración de la cerveza donde se realizó la toma de muestras para la aplicación de las pruebas de perfil, mientras que en la Figura 7, se observa el formato de la prueba de perfil que se aplicó.

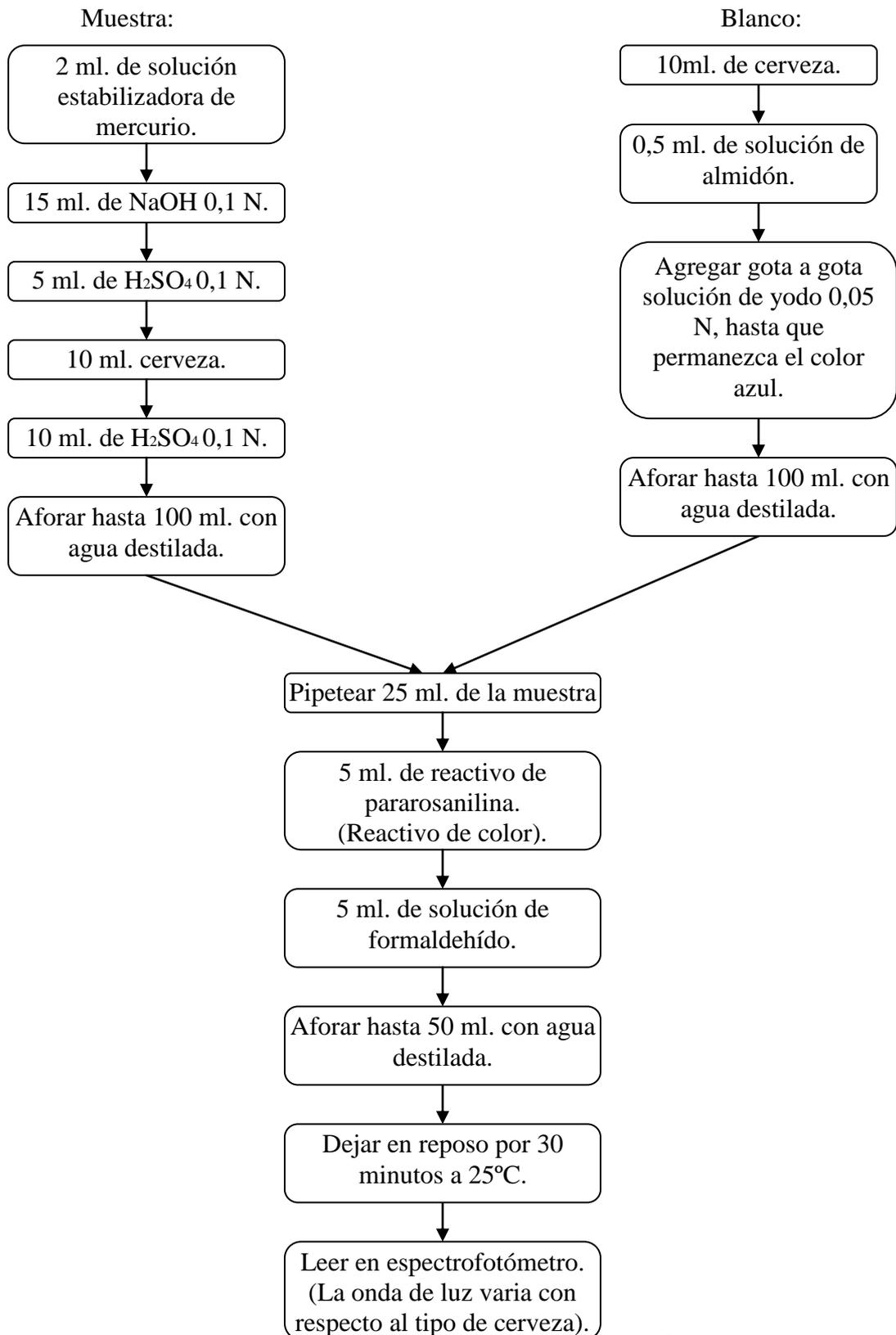


Figura 3: Procedimiento para la determinación de dióxido de azufre en cervezas según el método de la ASBC (1995).

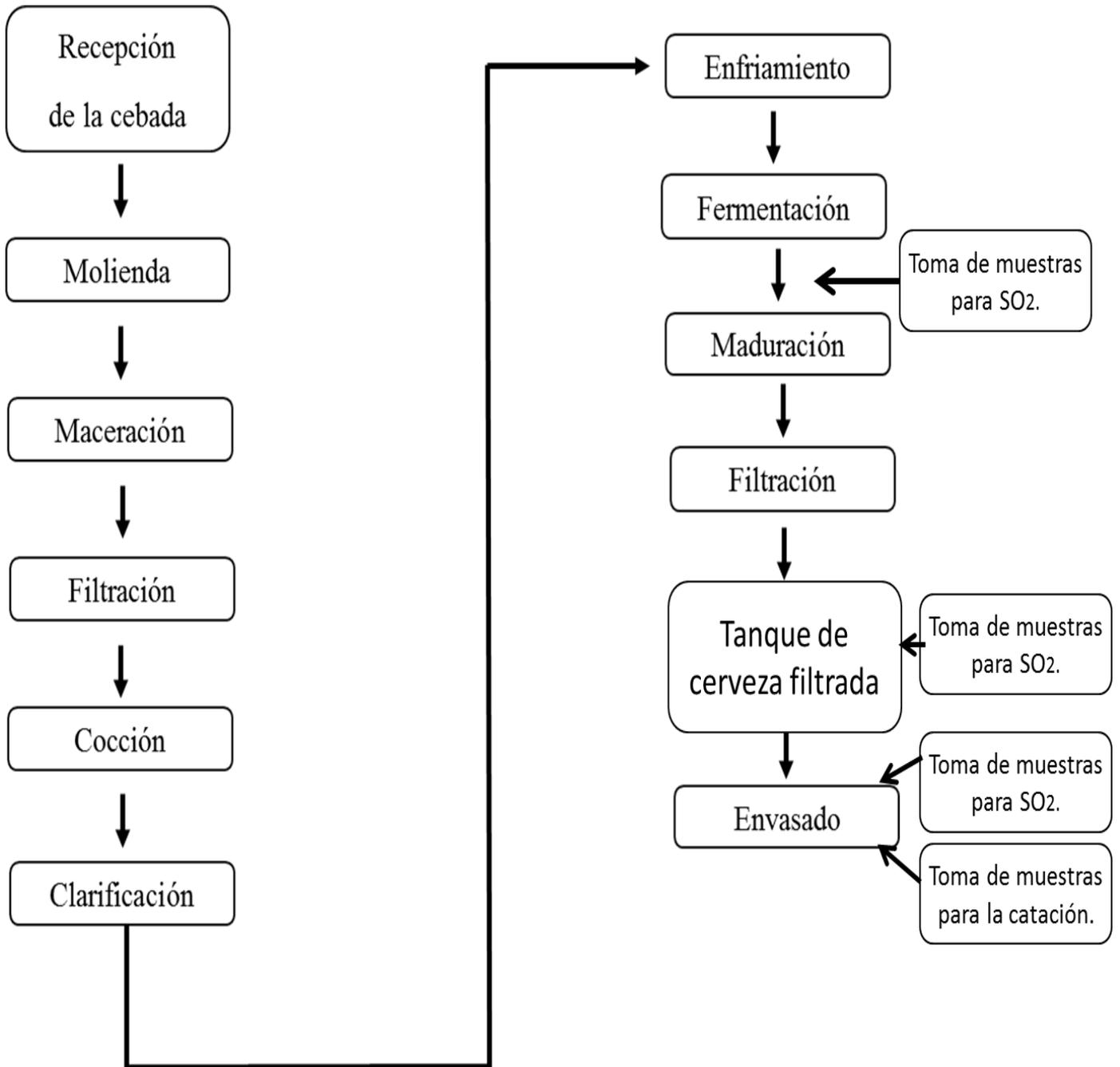


Figura 4: Esquema tecnológico de bloques del proceso de elaboración de cerveza, indicando tomas de muestra.
Fuente Cervecería Regional

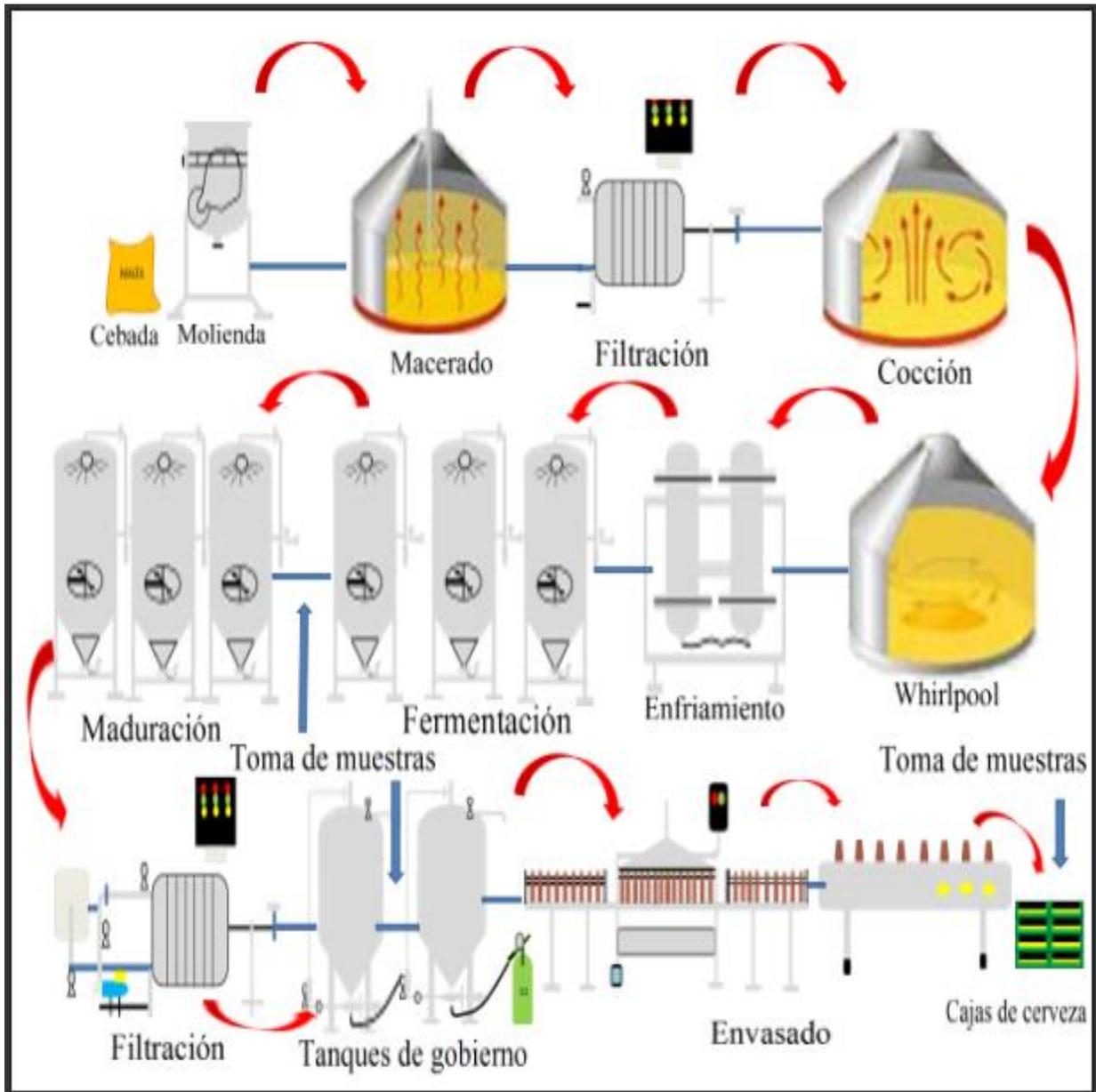


Figura 5: Punto de tomas de muestra para el análisis de dióxido de azufre en el proceso de elaboración de cervezas.
Fuente: Propia

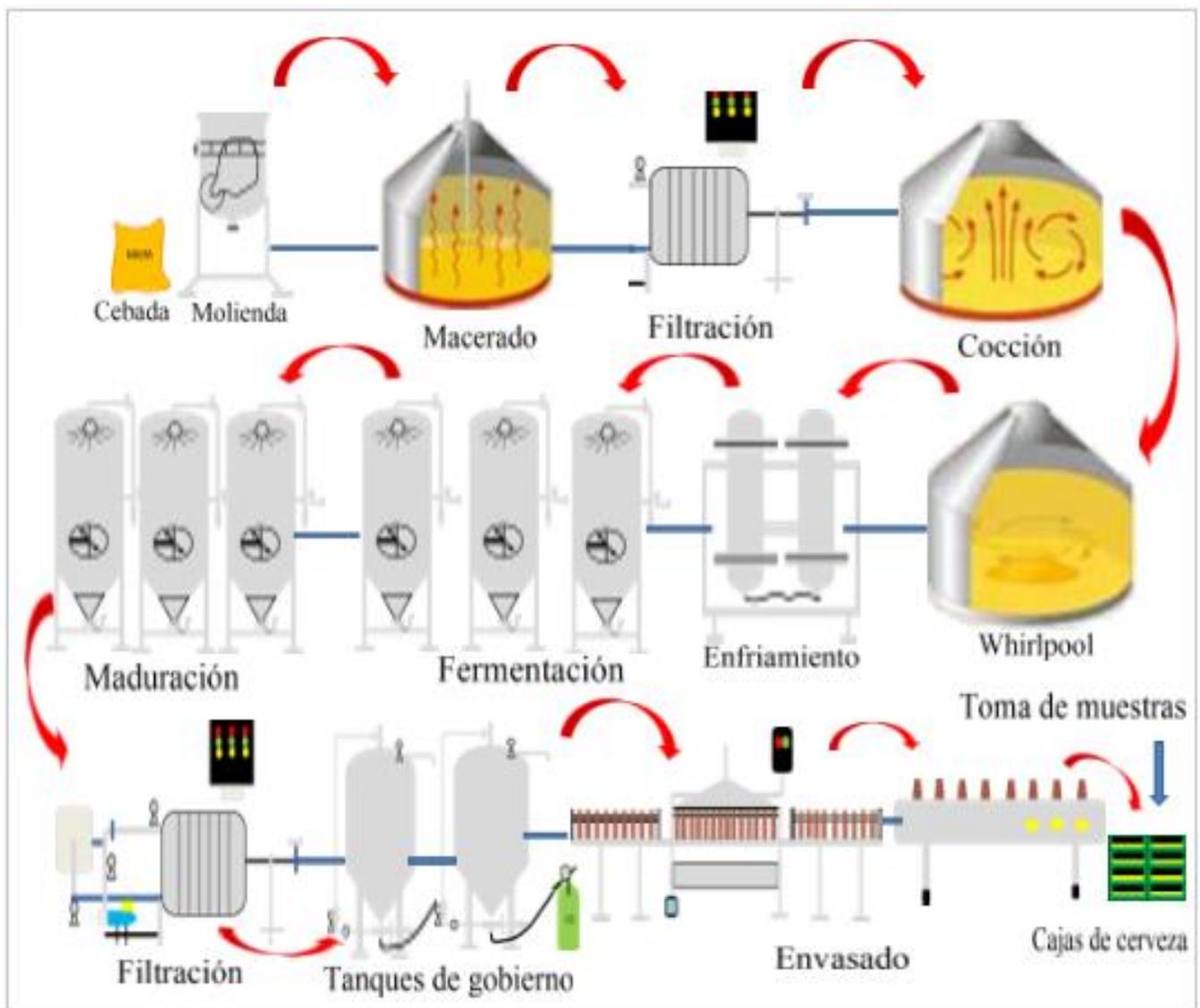


Figura 6: Punto de tomas de muestras para Catación en el proceso de elaboración de cerveza.
Fuente: Propia.



NOMBRE: _____

FECHA: / /

PRUEBA DE PERFIL SENCILLA

Muestra:	Apreciación General	Aroma	Sabor	Cuerpo	Dejo
A					
B					
C					
D					
E					

Escala para apreciación General:

- 1- Intomable
- 2- Mala
- 3- Pobre
- 4- Más o menos pobre
- 5- Aceptable
- 6- Buena
- 7- Bastante buena
- 8- Muy buena
- 9- Excelente

PREFERENCIA: _____

Figura 7: Prueba de perfil según el método de la ASBC.
Fuente ASBC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ETAPA 1

El Cuadro 1 indica, los valores obtenidos para el contenido de dióxido de azufre presente en las muestras de cerveza, que fueron evaluadas a través del método de la ASBC.

Cuadro 1: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 1.							
Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Patrón 1	
TCC: 25	3,3873	TCC: 33	1,8693	TCC: 29	1,6453	TCC: 25	3,3873
TCF: 18	11,7558	TCF: 24:	13,4285	TCF: 18	12,9570	TCF: 16	8,7125
Envasado	11,6120	envasado (medio tanque)	11,6170	Envasado	11,2380	Envasado	8,5272
		envasado (final de tanque)	10,2540				
Primer ciclo	8,5936	Primer ciclo (Medio tanque)	7,0472	Primer ciclo	7,2008	Primer ciclo	6,4796
		Primer ciclo (Final tanque)	6,9148				
Segundo ciclo	6,8926	Segundo ciclo (Medio tanque)	6,7428	Segundo ciclo	6,8357	Segundo ciclo	3,9220
		Segundo ciclo (Final tanque)	6,4132				
LEYENDA: TCC: Tanque cilíndrico cónico. TCF: Tanques de cerveza fermentada.							

La cerveza fue analizada en diferentes etapas del proceso de elaboración del producto los cuales fueron: tanque cilíndrico (TCC), tanque de cerveza filtrada (TCF), envasado, después del primer ciclo y por ultimo después del segundo ciclo de vida útil. Los resultados obtenidos, correspondieron a tres pruebas diferentes que contenían la mezcla nueva de antioxidantes, que fueron comparadas con un patrón que presentaba la mezcla antigua.

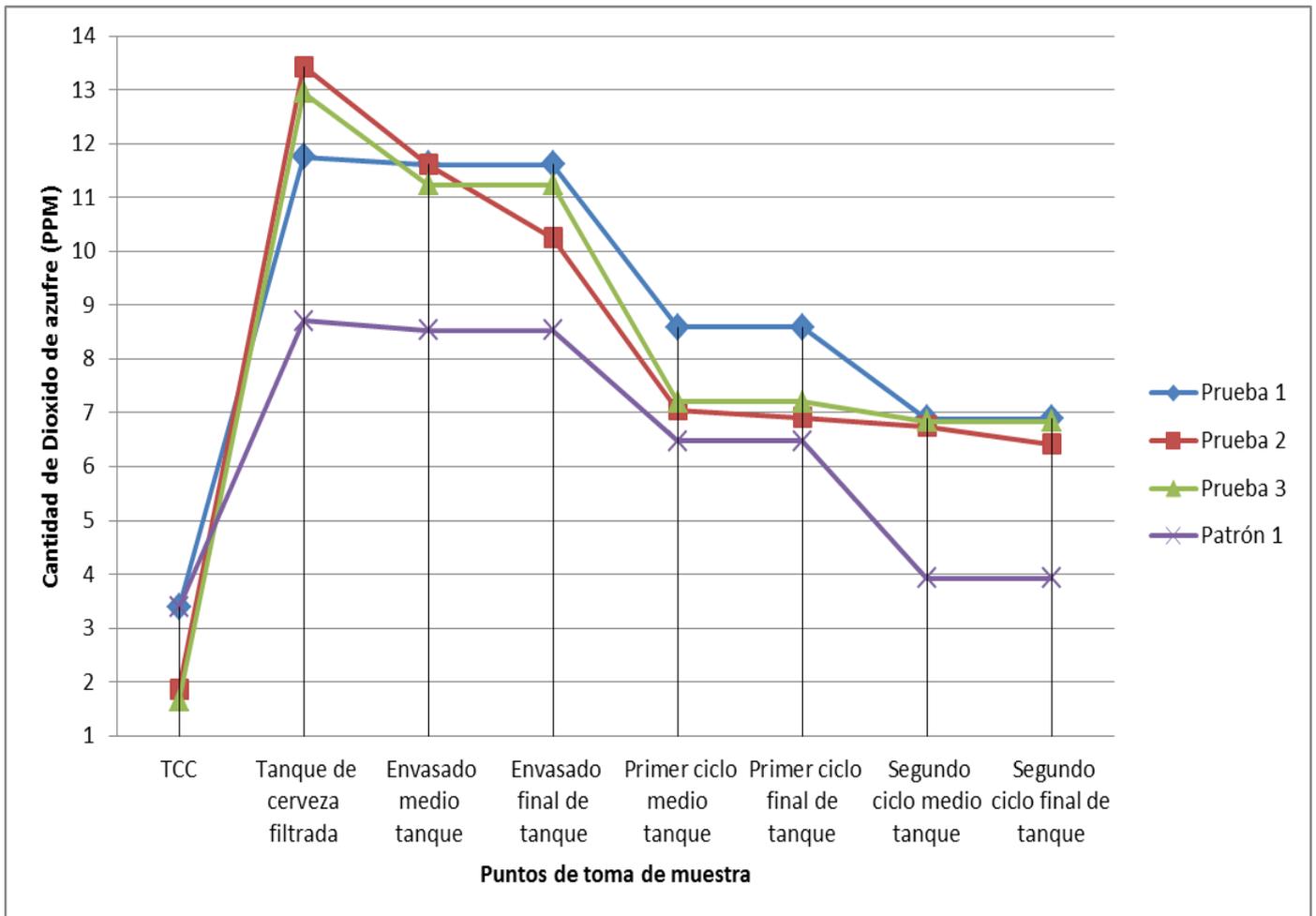
Los valores del tanque cilíndrico de la prueba número uno (3,3873ppm), fueron un poco más elevados que los de las pruebas dos y tres (1,8693ppm y 1,6453ppm respectivamente), cabe destacar que el tanque cilíndrico que fue utilizado en la prueba número uno era el mismo que fue empleado para el patrón, sin afectar el resultado final, debido a que el contenido de dióxido de azufre en este punto, era el naturalmente presente en la cerveza, lo que significa que en esta etapa no se había incorporado la mezcla de antioxidantes.

En la siguiente etapa, correspondiente al tanque de cerveza filtrada, el producto ya contenía la mezcla de antioxidantes, siendo los valores de dióxido de azufre de 11,7558 ppm para la prueba 1, de 13,4285 ppm para la prueba dos, 12,9570 ppm para la prueba tres, y 8,7125 ppm en el patrón, observándose una diferencia notoria entre las tres pruebas y el patrón. Posteriormente se analizó la cerveza ya envasada, para la obtención de un valor más preciso en la prueba número dos, se evaluó una muestra de cerveza, cuando el envasado llevaba la mitad del tanque (11,6170 ppm), y a su vez cuando el envasado ya estaba llegando al final del tanque (10,2540 ppm), los valores fueron similares entre ellos, y entre las pruebas uno y tres (11,6120 ppm, 11,2380 ppm respectivamente), pero de igual forma se notaron valores más altos para las cervezas con la mezcla nueva, con respecto al patrón (8,5272 ppm).

El siguiente análisis, fue realizado cuando la cerveza presentaba un ciclo de vida útil, que correspondía a tres meses de vida útil, esto se logró con un proceso de envejecimiento acelerado, el mismo se aplicó tanto a las pruebas como al patrón. Para la prueba número 2 se le aplicó los análisis cuando llevaba la mitad del tanque (7,0472 ppm) y cuando se estaba por terminar el envasado (6,9148 ppm) los resultados que se obtuvieron para la prueba uno y dos fueron 8,5936 ppm y 7,2008 ppm, respectivamente, por lo que se observó diferencia entre pruebas y patrón (6,4796 ppm); por último se analizó la cerveza aplicando un segundo ciclo, o segundo proceso de envejecimiento acelerado, que equivalió a 6 meses de vida útil, los resultados para las pruebas uno y tres correspondieron a 6,8926 ppm y 6,8357ppm, de igual forma que en los análisis anteriores para la prueba número 2 se realizaron los análisis tanto para medio tanque (6,7428 ppm), como para final de tanque (6,4132 ppm), mientras que para el patrón el valor de dióxido de azufre obtenido fue de 3,9220 ppm, con lo que se pudo

concluir que los resultados fueron más elevados para las pruebas con la mezcla nueva, que lo que se obtuvo en el patrón (Figura 8).

Figura 8: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 1.



En el Cuadro 2 se anexó un nuevo patrón de cerveza light, esto con la finalidad de que se pudiera observar diferencias en los resultados entre las cervezas con la mezcla antigua de antioxidantes, y a su vez se comparó este patrón nuevo con las pruebas cuatro y cinco.

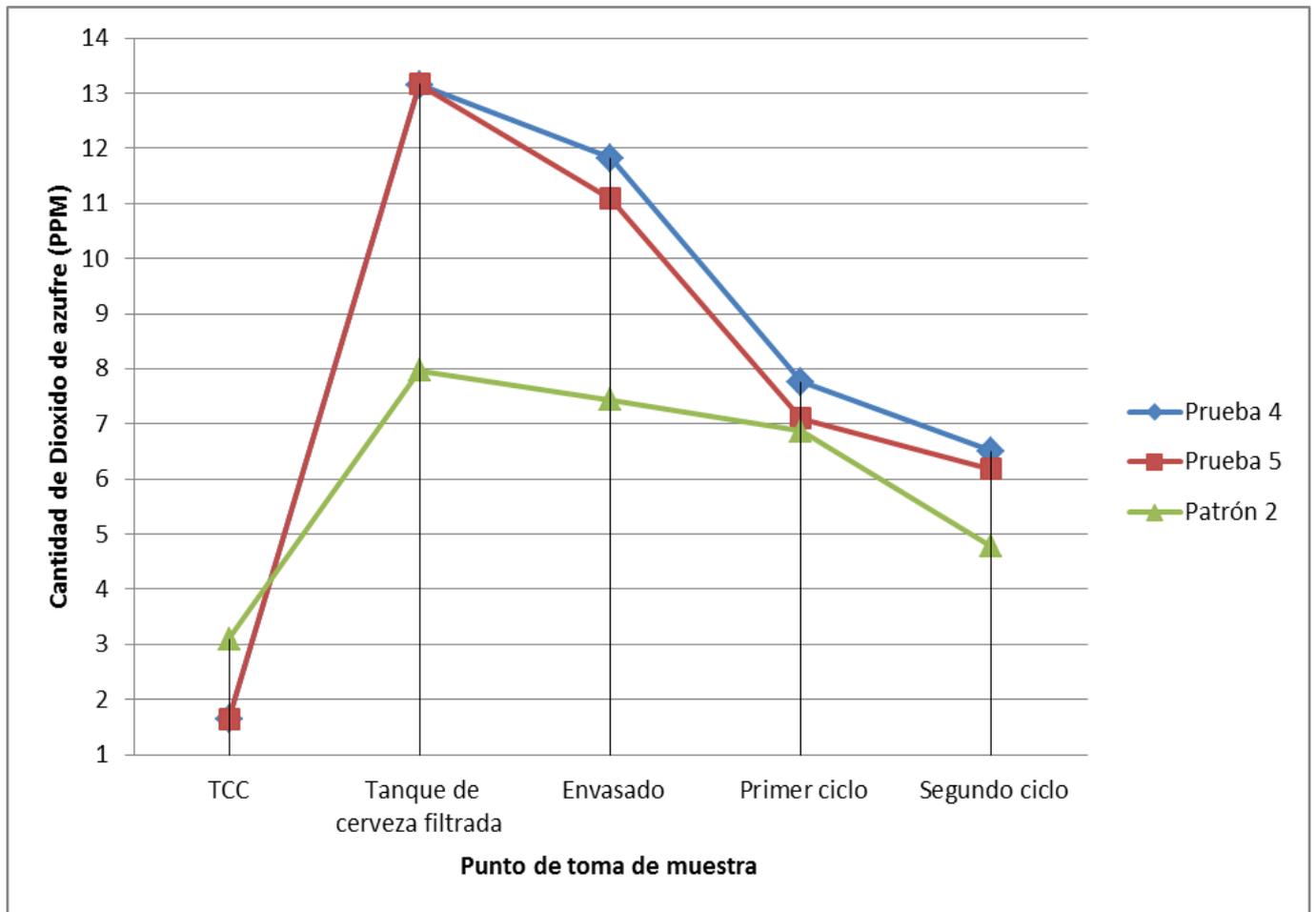
Cuadro 2: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 2.					
Prueba 4		Prueba 5		Patrón 2	
TCC: 29	1,6453	TCC: 29	1,6453	TCC: 25	3,1013
TCF: 22	13,1550	TCF: 24	13,1590	TCF: 16	7,9671
Envasado	11,8200	Envasado	11.0900	Envasado	7,4324
Primer ciclo	7,7621	Primer ciclo	7,1000	Primer ciclo	6,8712
Segundo ciclo	6,5019	Segundo ciclo	6,1780	Segundo ciclo	4,7730
LEYENDA: TCC: Tanque cilíndrico cónico. TCF: Tanques de cerveza filtrada.					

De igual forma, el primer análisis se realizó para los tanques cilíndricos, utilizándose en ambas pruebas el mismo TCC, arrojando un valor de 1,6453 ppm; mientras que para el patrón fue de 3,1013 ppm; en esta etapa todavía no se había incorporado la mezcla de antioxidantes. En la siguiente etapa (la de los tanques de cerveza filtrada), se incorporó la mezcla, y se empezaron a observar grandes diferencias entre las pruebas (13,1550 ppm y 13,1590 ppm), y el patrón (7,9671 ppm). En el envasado, las muestras evaluadas con la mezcla nueva reportaron valores muy próximos entre sí (11,8200 ppm y 11,0900 ppm), mientras que el patrón arrojó un resultado inferior (7,4324 ppm), por lo que se mantuvo la diferencia entre pruebas y patrón.

Posteriormente se aplicó el ciclo de envejecimiento acelerado para que las muestras tuvieran 3 meses de uso, los resultados fueron superiores en las pruebas cuatro y cinco (7,7621 ppm y 7,1000 ppm respectivamente) con respecto al patrón (6,8712 ppm), por último se analizó la cerveza cuando presentaba dos ciclos de envejecimiento acelerado, lo que correspondió a 6 meses de uso, el contenido de dióxido de azufre que estaban presente en las pruebas (6,5019 ppm y 6,1780 ppm) estuvieron por encima del patrón (4,7730 ppm) lo que indicó que las cervezas que contenían la mezcla nueva de antioxidantes tenían una mayor vida útil.

A continuación se anexa la Figura 9, correspondiente al cuadro número 2, que explica detalladamente lo anteriormente señalado.

Figura 9: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Light, usando el patrón 2.



El cuadro número 3, se refiere a los análisis realizados a la cerveza tipo Pilsen; cabe destacar, que para este tipo de cerveza, se utilizaron dos tanques cilíndricos tanto para las pruebas como para el patrón, sin embargo en el envasado se utilizó el producto de ambos tanques, mientras que para la prueba número uno y el patrón se utilizaron los mismos tanques cilíndricos, dando un valor promedio entre ellos de 6,0673 ppm, mientras que para la prueba número dos el promedio fue de 2,8471 ppm de dióxido de azufre.

Cuadro 3: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 1.					
Prueba 1		Prueba 2		Patrón 1	
TCC: 11	6,7122	TCC: 07	2,8040	TCC: 11	6,7122
TCC: 21	5,4224	TCC: 11	2,8902	TCC: 21	5,4224
TCF: 09	14,2300	TCF: 12	13,5910	TCF: 12	13,0917
Envasado	12,4375	Envasado	10,2168	Envasado	8,1235
Primer ciclo	8,2637	Primer ciclo	8,2602	Primer ciclo	4,1815
Segundo ciclo	6,0948	Segundo ciclo	7,0320	Segundo ciclo	3,9850
LEYENDA: TCC: Tanque cilíndrico cónico. TCF: Tanques de cerveza envasada.					

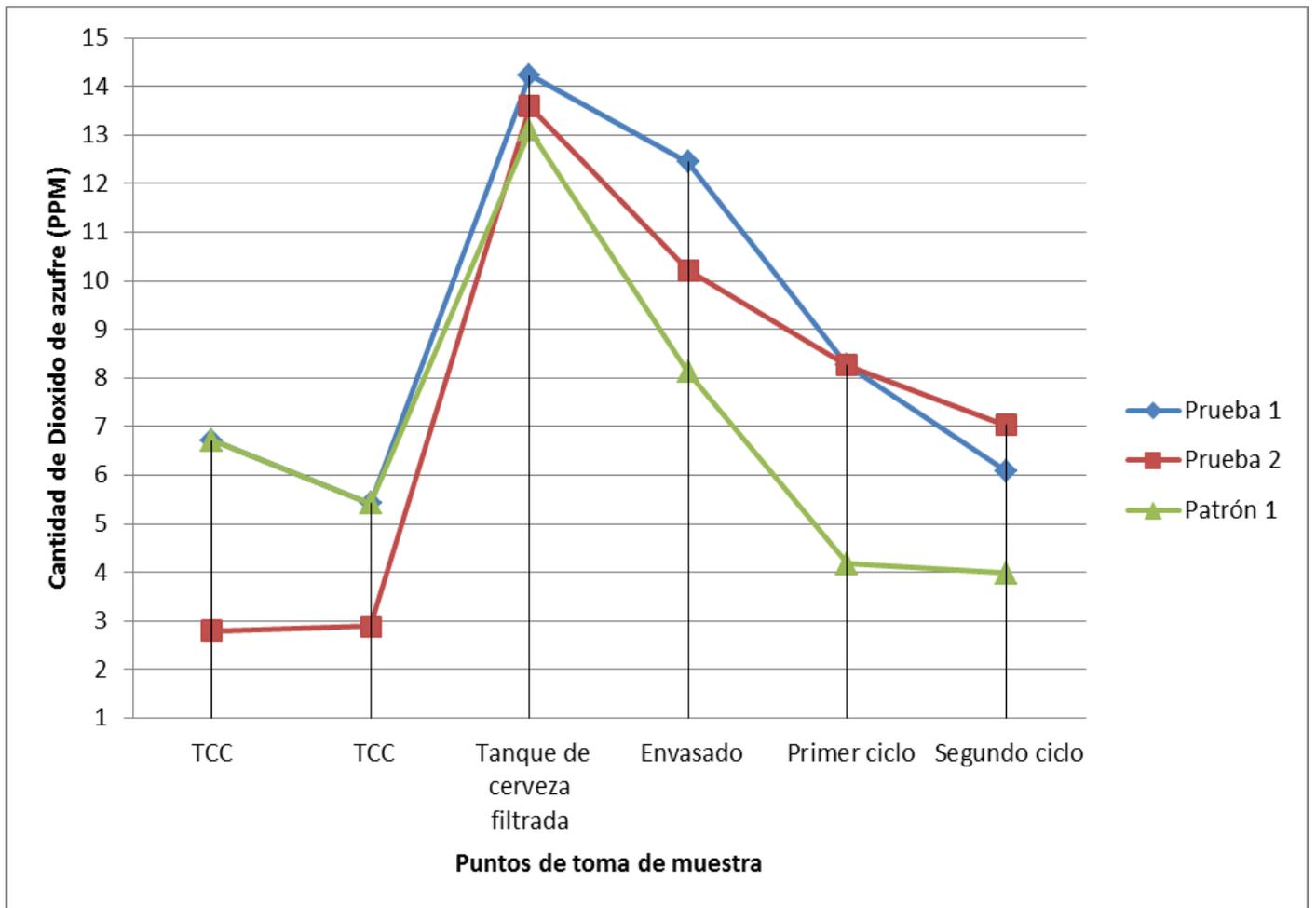
Cabe destacar, que en la etapa de los tanques de cerveza filtrada, fue donde se mostró una menor diferencia entre el patrón y las muestras, siendo menor el valor del patrón. Los resultados obtenidos en los tanques de cerveza filtrada, fueron para las pruebas uno y dos (14,2300 ppm y 13,5910 ppm, respectivamente) mientras que para el patrón (13,0917 ppm).

En la etapa donde se empezó a incrementar la diferencia entre pruebas y patrón fue en el envasado, donde se arrojaron valores para la pruebas uno de 12,4375 ppm y para la prueba dos de 10,2168 ppm en contraste con el patrón, que obtuvo un valor de 8,1235ppm.

Continuando, las siguientes muestras analizadas fueron las del primer ciclo de envejecimiento acelerado, donde se notó una amplia diferencia entre pruebas (8,2637 ppm y 8,2602 ppm) y el patrón (4,1815 ppm), por último, se analizaron las muestras cuando estas ya tenían los dos ciclos de envejecimiento acelerado, donde se obtuvieron valores superiores para las pruebas (6,0948 ppm y 7,0320 ppm) con relación al patrón (3,9850 ppm).

En la Figura 10, se pueden observar los valores obtenidos de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen.

Figura 10: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 1.



El cuadro 4, correspondió a las pruebas tres y cuatro en contraste con el patrón, de igual forma se inició con los tanques cilíndricos, y a su vez tanto para las pruebas como para el patrón se utilizaron dos tanques para cada uno, se promediaron los valores de ambos tanques tanto para pruebas (4,0530 ppm y 2,2784 ppm) como para el patrón (4,3890 ppm), donde se obtuvieron resultados cercanos entre ellos.

Cuadro 4: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 2.					
Prueba 3		Prueba 4		Patrón 2	
TCC: 12	3,8853	TCC: 07	2,5131	TCC: 11	3,3860
TCC: 24	4,2208	TCC: 19	2,0438	TCC: 23	5,3921
TCF: 11	11,2432	TCF: 08	11,0570	TCF: 09	9,8531
Envasado	8,7503	Envasado	8,4517	Envasado	7,0956
Primer ciclo	7,7957	Primer ciclo	7,2803	Primer ciclo	5,5628
Segundo ciclo	6,2980	Segundo ciclo	6,1954	Segundo ciclo	3,3117
LEYENDA: TCC: Tanque cilíndrico cónico. TCF: Tanques de cerveza envasada.					

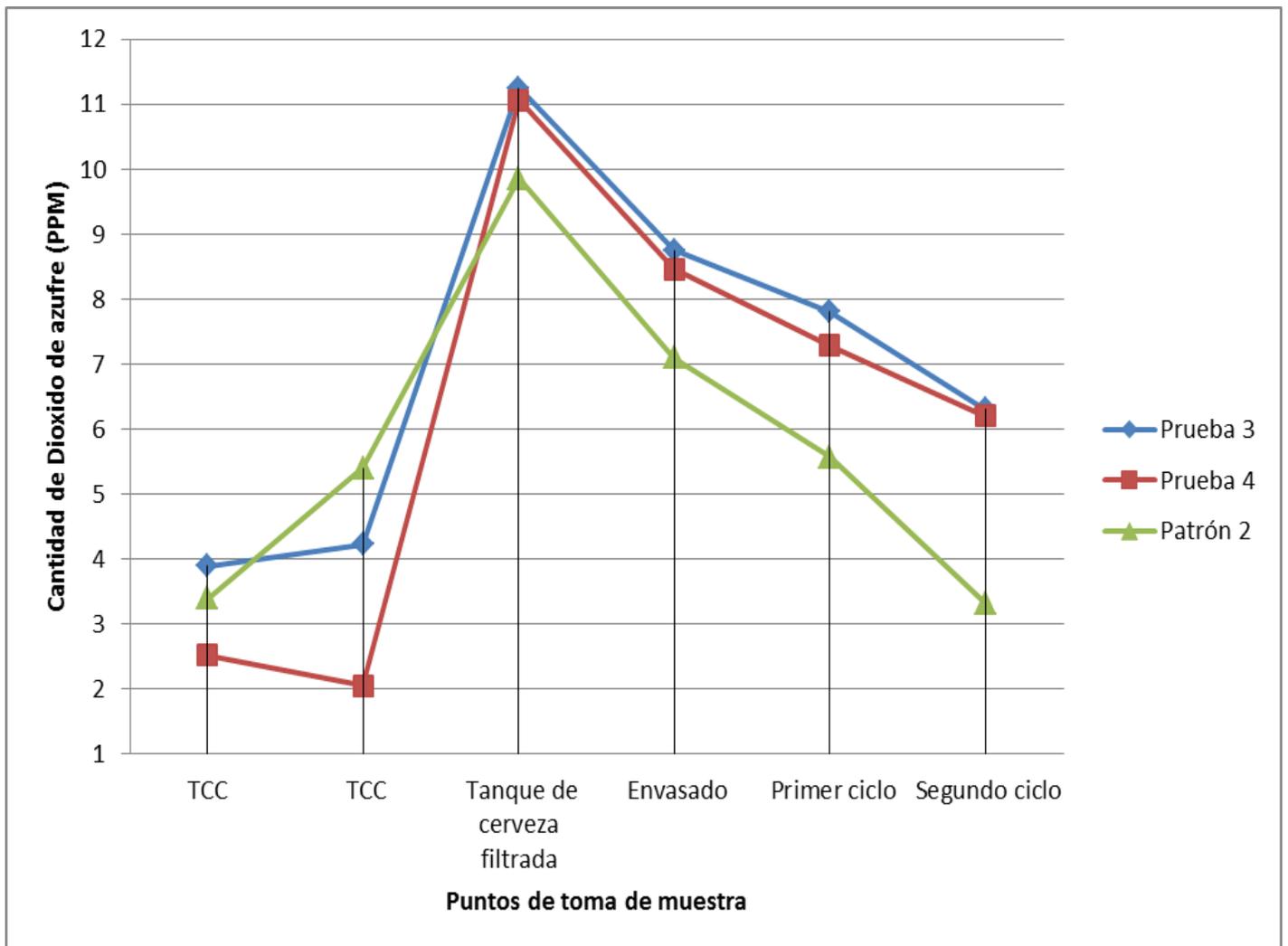
Posteriormente se analizaron los tanques de cerveza filtrada, en esta etapa las pruebas tres y cuatro arrojaron valores 11,2432 ppm y 11,0570 ppm respectivamente de dióxido de azufre, mientras que el patrón obtuvo un valor de 9,8531 ppm, por lo que se siguió apreciando que los resultados obtenidos por las pruebas fueron mayores que los del patrón.

Continuamente, se analizaron las muestras de cerveza ya envasada, de la misma manera, se percibió que las pruebas (8,7503 ppm y 8,4517 ppm), presentaron valores superiores a los del patrón (7,0956 ppm). Se observó un incremento en el primer ciclo de envejecimiento acelerado, donde las pruebas presentaron valores de 7,7957 ppm y 7,2803 ppm de dióxido de azufre, mientras que para el patrón solo fueron 5,5628 ppm.

Para el segundo ciclo el resultado de la prueba tres fue de 6,2980 ppm, para la prueba cuatro de 6,1954 ppm, y por su parte para el patrón fue de 3,3117, por lo que se pudo observar que la diferencia entre pruebas y patrón casi se duplica.

Con los resultados obtenidos, se demostró que para todas las muestras analizadas los valores de dióxido de azufre fueron superiores cuando la cerveza poseía la nueva mezcla de antioxidantes. Lo dicho anteriormente se detalla la Figura 11.

Figura 11: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Pilsen, usando el patrón 2.



En el cuadro 5, se pudo observar que para los valores del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Ice, se siguió presentando el mismo comportamiento que las muestras anteriores, los valores de los tanques cilíndricos de la prueba uno y el patrón fueron el mismo, (3,2156 ppm), mientras que para la prueba dos y tres fueron de 2,2805 ppm y 1,2432 ppm respectivamente.

Cuadro 5: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Ice.

Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Patrón 1	
TCC: 16	3,2156	TCC: 19	2,2805	TCC: 19	1,2432	TCC: 16	3,2156
TCF: 07	3,2160	TCF: 05:	9,6830	TCF: 09	8,0628	TCF: 12	5,3167
Envasado	11,2790	Envasado	12,9750	Envasado	10,0725	Envasado	9,5830
Primer ciclo	6,0580	Primer ciclo	5,9334	Primer ciclo	6,5890	Primer ciclo	4,6083
Segundo ciclo	4,9289	Segundo ciclo	4,7630	Segundo ciclo	6,1827	Segundo ciclo	3,9250

LEYENDA:

TCC: Tanque cilíndrico cónico.

TCF: Tanques de cerveza envasada.

En los tanques de cerveza filtrada, el valor de la prueba uno fue 3,2160 ppm, mientras que para la prueba dos fue de 9,6830 ppm, y para la prueba tres de 8,0628 ppm, por lo que se observó, que el resultado de la prueba uno, estuvo por debajo de las demás pruebas, mientras que para el patrón fue de 5,3167 ppm, lo que se demostró que el comportamiento del patrón fue inferior a las pruebas, donde se tuvo como excepción la prueba número uno.

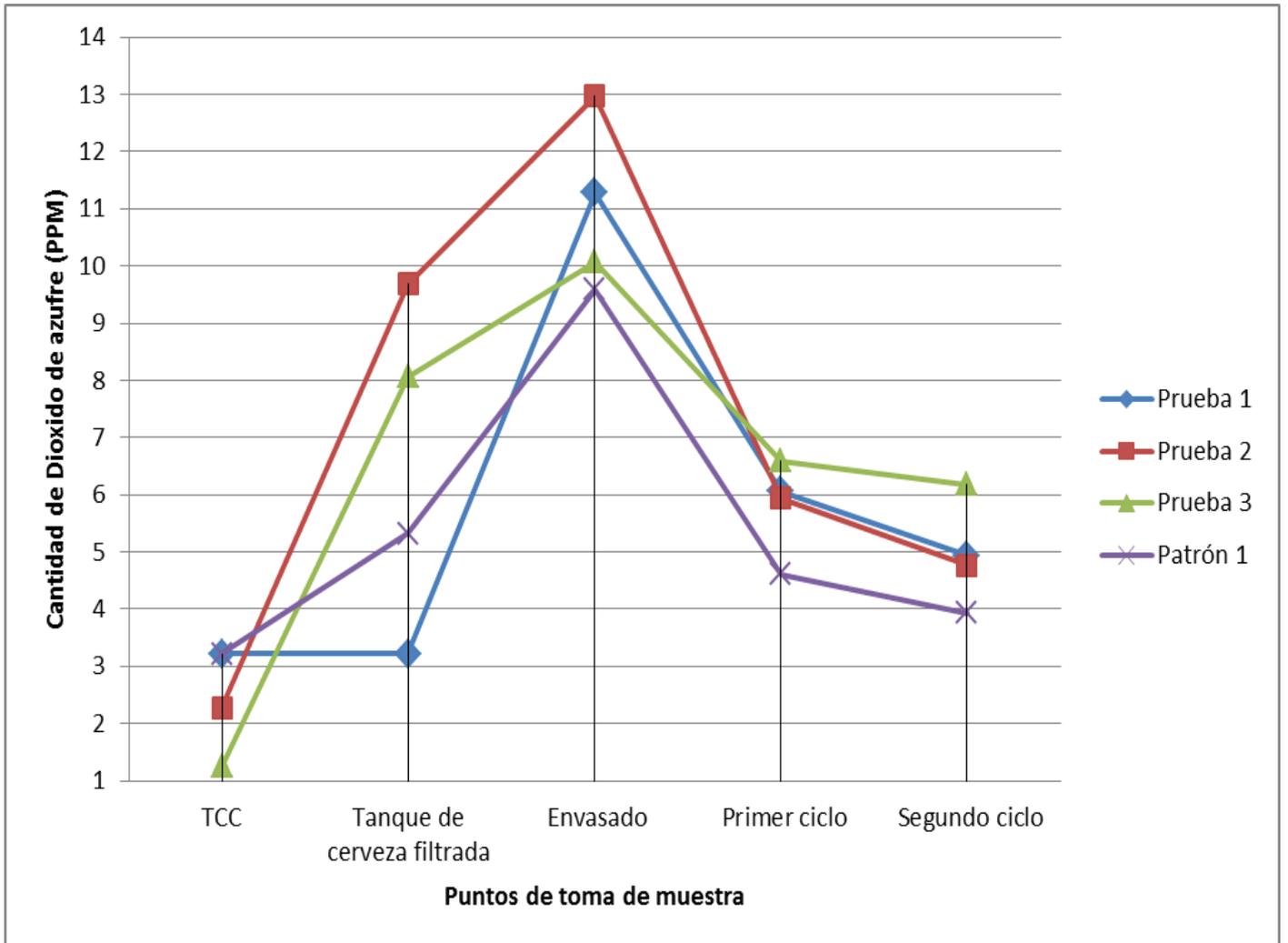
Posteriormente, en la etapa de cerveza envasada, todos los valores de las pruebas (11,2790 ppm, 12,9750 ppm y 10,0725 ppm respectivamente) fueron superiores a los del patrón (9,5830 ppm). Los resultados de los análisis realizados a la cerveza cuando presentó 3 meses de vida útil fueron: prueba uno 6,0580 ppm, prueba dos 5,9334 ppm, y prueba tres fue de 4,6083 ppm, mientras que para el patrón fue de 4,6083 ppm, esto indicó que las pruebas contienen mayor SO₂ en comparación con el patrón.

Por último, se analizó la cerveza cuando ésta ya presentaba los 6 meses de vida útil, y los resultados obtenidos para las pruebas (4,9289 ppm, 4,7630 ppm y 6,1827 ppm respectivamente) fueron superiores a los del patrón (3,9250 ppm) esto demostró que en este tipo de cerveza analizada, los valores de dióxido de azufre, fueron mayores en las pruebas, que en el patrón.

Se pudo observar que para los tres tipos de cervezas evaluadas, los valores para las pruebas que presentaron la mezcla nueva de antioxidantes fueron superiores a las pruebas que presentan la mezcla antigua de antioxidantes.

La Figura 12 corresponde a los resultados de los análisis de la cerveza tipo Ice.

Figura 12: Valores en ppm del contenido de dióxido de azufre en cerveza tipo Ice.



Los resultados que se obtuvieron por parte de las pruebas de los tres tipos de cerveza, estuvieron dentro del rango establecido por la American Society of Brewers Chemist (ASBC), los cuales determinaron que la cerveza después de los 6 meses de elaborada, debe tener un valor igual o superior de 5 partes por millón de dióxido de azufre, esto para garantizar que la misma, presente la estabilidad adecuada durante su vida útil.

Etapas 2.

La prueba de perfil estaba basada en medir las propiedades organolépticas y sensoriales de la cerveza tipo Light, Ice y Pilsen, por lo tanto la finalidad de la aplicación de dichas pruebas, era observar si la mezcla nueva de antioxidantes afectaba lo antes mencionado, las pruebas de perfil, estaban fundamentadas según la metodología analítica cervecera (ASBC) y fue administrada a un panel entrenado de maestros cerveceros.

Al momento de la catación, se colocaron varias muestras de cerveza al panel, sin indicarles cuál era la muestra que contenía la nueva mezcla de antioxidantes, esto se hizo con la finalidad de no sesgar al panel. Los resultados obtenidos arrojaron respuestas positivas por los catadores, indicando que en las muestras evaluadas con la prueba, la calidad sensorial y las propiedades organolépticas de la cerveza no se vieron afectadas. Por lo tanto, y en función a lo descrito anteriormente, se consideró la aceptación y aprobación del producto en estudio.

CONCLUSIONES

En todas las muestras de cerveza evaluadas (Light, Ice y Pilsen), que contenían la mezcla nueva de antioxidantes, los valores de dióxido de azufre obtenidos fueron superiores a los reportados con las mismas muestras de cerveza que contienen la antigua mezcla de antioxidantes, encontrándose dentro de los estándares permitidos por la American Society of Brewers Chemist (ASBC).

Los resultados obtenidos en las cataciones aplicadas por el panel de maestros cerveceros, demostraron que en las cervezas que contienen la nueva mezcla de antioxidantes, no ocurren cambios en las características organolépticas ni en la estabilidad sensorial del producto.

La aplicación de la mezcla nueva de antioxidantes en cervezas tipo Light, Ice y Pilsen mejoró la estabilidad de la cerveza y aumentó su vida útil, ya que ésta no alteró el sabor, ni las características del producto terminado, garantizando que la cerveza tuviera una vida útil de seis (6) meses, que era lo buscado con la aplicación de la nueva mezcla.

RECOMENDACIONES

Siempre se desea que haya una mejora continua del proceso de elaboración del producto, para seguir manteniendo los altos estándares de calidad que presenta esta bebida alcohólica elaborada en cervecería regional, por lo tanto, se recomienda tanto a la empresa como a futuros estudiantes de distintas universidades que se interesen en trabajos de investigación para optimizar el proceso y seguir obteniendo mejoras de dicha bebida.

Se le recomienda a la empresa que incorpore la mezcla nueva de antioxidantes que fue probada y analizada en el presente trabajo de investigación, gracias a que se demostró que no afecta las características organolépticas ni sensoriales de la cerveza, y a su vez aumenta la estabilidad, lo que representa una mayor vida útil del producto, debido a que incrementa la cantidad de dióxido de azufre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society of Brewing Chemist (ASBC) 1995.
- Bolívar, L. (2013). Mejoramiento de la estabilidad del sabor de la cerveza mediante el control de migración de metales (Cu, Cr, Fe y Mn) en la filtración por tierras diatomeas. Trabajo de grado, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Cerveceros artesanales de Argentina. Cebada malteada. Año 2013. En línea: <http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/maltas.htm> Consultado el día 20 de septiembre de 2014.
- Cerveceros de Venezuela. En línea: <https://cervecerosdevenezuela.org/Web/> Consultado el día 20 de septiembre de 2014.
- Cervecería Regional. En línea: <http://www.cerveceriaregional.com/historia-de-cerveceria-regional/historia-de-cerveceria-regional/?age-verified=8737ba50ed> Consultado el día 20 de septiembre de 2014.
- Felices, L. y García, F. (2005). Estudio de la capacidad antioxidante en vinos tinto del valle de Ica. Revista Peruana Química, Ingeniería Química. 8(2): pp. 68-74.
- García, E. y Párraga, J. (2011). Estabilidad de una bebida alcohólica de cacao tipo rompopo utilizando tres tipos de estabilizantes a diferentes concentraciones. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador, pp 14.
- Guía técnica Colombiana. (2014). Análisis sensorial. Metodología. Guía general. Pp. 8 -9. Colombia.
- Ministerio de fomento, Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 91. 1996. Norma Venezolana cerveza ® 1ra revisión Caracas, Venezuela. 2 p.
- Núñez, F. Y Torrealba, G. (2012). Factores que inciden en la calidad microbiológica del proceso de elaboración de cerveza en la compañía Brahma de Venezuela, S.A. aplicando la tecnología PHVA. Trabajo de grado, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela.
- Ochoa, C.; V. García; J. Luna; M. Luna; P. Hernández; J. Guerrero. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus spp.*). Facultad de ingeniería

Química, Benemerita, Universidad Autónoma de Puebla, y Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla, México, pp 14.

- Pilla, S. y Vinci, G. (2012). Cervezas de todo el mundo. Editorial Del Vecchi. ISBN: 9788431551513. Barcelona, España, pp 17-24.
- Rioseco, M. y Samuel, M. (2010). Módulo de procesamiento de datos e informática educativa. Universidad Católica del Maule, Chile, pp 13.
- Scragg, A. (1996). Biotecnología para ingenieros, sistemas biológicos en procesos tecnológicos. Limusa, México D.F. 379-382 p.
- Youngson, R. (2003). Antioxidantes y radicales libres. Editorial EDAF. ISBN: 9788441412309. Madrid, España, pp 278.