

EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DE REMOLACHA EN LA ETAPA DE
COCCIÓN Y FERMENTACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CERVEZA
ARTESANAL TIPO ALE

DAVID LEONARDO ENCISO GALINDO

Proyecto integral de grado para optar por el título de:

INGENIERO QUÍMICO

Asesor

Edgar Fernando Moreno Torres

Ing. Químico

Director:

OSCAR LIBARDO LOMBANA

Químico

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA

BOGOTÁ D.C

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

M.Sc.Dany José Cárdenas Romay

Ing. César A. Sánchez C.

Bogotá. D.C., febrero de 2021

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recurso Humano

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dr. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dr. Alejandra Mejía Guzmán

Decano Facultad de Ingenierías

Dr. Julio César Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería Química

Ing. Iván Ramírez Marín

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Todos los profesores que impartieron sabiduría en mi a través de la enseñanza en estos años de estudio.

A la Universidad por ser centro de enseñanza y acogerme durante toda la carrera permitiendo mi formación como Ingeniero Químico.

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres Héctor Enciso y María Helena Galindo por el esfuerzo que hacen para sacar al último de sus hijos adelante, por la sabiduría que imparten en cada uno de sus diálogos con mi persona y por ser un gran apoyo para mí durante lo que llevo de vida, también a mis hermanas Lorena Enciso y Miryan Enciso que de alguna manera siempre estuvieron al lado mío en momentos difíciles.

A Paula Parra que fue mi soporte durante parte de la carrera, por ser esa persona especial que te llena de ánimo para recorrer los caminos de la vida, por ser la chispa que mantiene mi ser activo, por su paciencia y su persistencia.

David Leonardo Enciso Galindo

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
1. MATERIAS PRIMAS DE LA CERVEZA ARTESANAL	18
1.1. Cebada	18
1.2. Malteado	18
1.2.1. <i>Maltas base</i>	20
1.2.2. <i>Maltas Kilned (horneadas)</i>	20
1.2.3. <i>Maltas crystal</i>	21
1.2.4. <i>Malta tostada</i>	21
1.3. Lúpulo	21
1.4. Agua	22
1.5. Levadura	23
1.6. Remolacha	24
1.7. Proceso de producción de cerveza artesanal	25
1.8. Cálculo IBU	27
1.9. Cálculo de contenido de alcohol	28
2. CERVEZA SAISON Y MATERIAS PRIMAS	29
2.1. Cerveza Saison	29
2.2. Impresión general	30
2.3. Aroma	30
2.4. Apariencia	30
2.5. Sabor	31
2.6. Sensación en la boca	31
2.7. Formulación general	32
2.8. Materias primas para cerveza Saison	32
2.8.1. <i>Malta Pilsen BEST MALZ</i>	33

2.8.2. <i>Malta Munich BEST MALZ</i>	34
2.8.3. <i>Lúpulo Simcoe</i>	35
2.8.4. <i>Levadura SafAle™ BE-134</i>	37
3. PRODUCCIÓN CERVEZA ARTESANAL INTEGRANDO REMOLACHA EN EL PROCESO.....	38
3.1. Diseño factorial	38
3.2. Pre experimento	39
3.2.1. <i>Formulación del pre experimento</i>	39
3.3. Diagrama de procesos producción de cerveza agregando zumo de remolacha pre tratado 15% p/v 30%p/v.....	41
3.3.1. Balance de masa	41
3.4. Formulación final	42
3.5. Pretratamiento remolacha.....	43
3.6. Molienda	44
3.7. Maceración	44
3.8. Recirculación	46
3.9. Cocción.....	47
3.10. Enfriamiento.....	48
3.11. Fermentación.....	49
3.12. Carbonatación, envase y maduración	50
3.13. Determinación de cerveza con mejores propiedades fisicoquímicas y microbiológicas	52
3.13.1. <i>Pruebas fisicoquímicas</i>	53
3.13.2. <i>Pruebas microbiológicas</i>	53
4. ANALISIS Y RESULTADOS.....	55
4.1. Pre experimentación	55
4.2. Maceración	56
4.2.1. <i>Temperatura de maceración</i>	56
4.2.2. <i>Densidad y °Brix maceración</i>	57

4.3. Cocción	58
4.4. Fermentación.....	60
4.5. Carbonatación	65
4.6. Resultados microbiológicos	66
5. ANALISIS DE COSTOS DE CERVEZA INTEGRANDO 15% DE ZUMO DE <i>BETA VULGARIS</i> PRETRATADO EN EL PROCESO	70
5.1. Análisis CAPEX	70
5.2. Análisis OPEX	72
6. CONCLUSIONES.....	75
7. RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXOS	89

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. <i>Tipos de maltas</i>	20
Figura 2. <i>Lúpulo</i>	22
Figura 3. <i>Agua</i>	23
Figura 4. <i>Levadura</i>	24
Figura 5. <i>Remolacha</i>	25
Figura 6. <i>Proceso cerveza artesanal</i>	26
Figura 7. <i>Ecuación de Tinseth</i>	27
Figura 8. <i>Ecuación para cálculo de % de alcohol en volumen (ABV)</i>	28
Figura 9. <i>Representación gráfica del color en EBC</i>	34
Figura 10. <i>Representación gráfica del color en EBC</i>	35
Figura 11. <i>Representación gráfica de evaluación aromática lúpulo Simcoe</i>	36
Figura 12. <i>Diagrama de Procesos de producción de cerveza agregando zumo de remolacha pre tratado</i>	41
Figura 13. <i>Zumo de remolacha</i>	44
Figura 14. <i>Molienda</i>	44
Figura 15. <i>Maceración</i>	46
Figura 16. <i>Recirculación</i>	46
Figura 17. <i>Lúpulo en cocción</i>	48
Figura 18. <i>Enfriamiento</i>	49
Figura 19. <i>Cálculo de gramos de azúcar blanca necesarios para llegar a densidad requerida</i>	49
Figura 20. <i>Tanque de Fermentación</i>	50
Figura 21. <i>Ecuación para cálculo en gramos de azúcar para carbonatación.</i>	51
Figura 22. <i>Azúcar añadida</i>	51
Figura 23. <i>Envase</i>	52
Figura 24. <i>pH agua potable</i>	53

Figura 25. <i>Botellas, muestra y contramuestra de cada lote</i>	54
Figura 26. <i>Tono del mosto pre experimentación y de la cerveza resultante</i>	55
Figura 27. <i>Tono del mosto formula final</i>	56
Figura 28. Densímetro y refractómetro.....	57
Figura 29. Tono productos finales.	67

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. <i>Especificaciones Generales cerveza Saison</i>	31
Tabla 2. <i>Especificaciones malta Pilsen</i>	33
Tabla 3. <i>Especificaciones malta Munich</i>	34
Tabla 4. <i>Especificaciones Lúpulo Simcoe</i>	36
Tabla 5. <i>Diseño factorial 2K</i>	39
Tabla 6. <i>IBU aportado por el lúpulo en pre experimentación</i>	55
Tabla 7. <i>Temperatura de maceración</i>	57
Tabla 8. <i>Densidad y °Brix iniciales</i>	58
Tabla 9. <i>Temperatura de cocción</i>	58
Tabla 10. <i>IBU aportado por el lúpulo en cocción</i>	59
Tabla 11. <i>15% de zumo pretratado con base a la malta agregada (cocción)</i>	60
Tabla 12. <i>30% de zumo pretratado con base a la malta agregada (cocción)</i>	60
Tabla 13. <i>15% de zumo pretratado con base a la malta agregada (fermentación)</i>	61
Tabla 14. <i>30% de zumo pretratado con base a la malta agregada (fermentación)</i>	61
Tabla 15. <i>Cantidad de azúcar agregada para llegar a 1.048 g/ml</i>	62
Tabla 16. <i>ABV15% de zumo pretratado con base a la malta agregada cocción</i>	62
Tabla 17. <i>ABV30% de zumo pretratado con base a la malta agregada cocción</i>	62
Tabla 18. <i>ABV15% de zumo pretratado con base a la malta agregada fermentación</i> ..	63
Tabla 19. <i>ABV 30% de zumo pretratado con base a la malta agregada fermentación</i> ..	63
Tabla 20. <i>AVB aportados por materia prima</i>	64
Tabla 21. <i>T máx. de fermentación, Vol. de CO₂ luego de fermentación, Vol. de CO₂ deseado y g de azúcar</i>	66
Tabla 22. <i>Resultados microbiológicos</i>	67
Tabla 23. <i>Análisis CAPEX de costos</i>	71
Tabla 24. <i>Análisis OPEX de costos</i>	73

GLOSARIO

ABV: Acrónimo de Alcohol By Volume, Alcohol por volumen y normalmente es descrito como un porcentaje.[1]

ACETALDEHÍDO: Este es uno de los compuestos que compone el producto luego de la fermentación y su presencia indica que la cerveza ha tenido poco tiempo de maduración. En la cerveza se pronuncia como un olor y sabor parecidos a los de una manzana verde inmadura.[2]

AIRLOCK: Dispositivo utilizado para conocer el estado de la fermentación, el cual guarda agua y debido a la presión producida por el dióxido de carbono libera burbujas a través del mismo, lo que indica que la fermentación va por buen camino. [3]

CARBONATACIÓN: Consiste en la disolución de un gas en un líquido, en este caso CO₂ en la cerveza. Esta se ve favorecida o al contrario afectada por dos factores, la temperatura y la presión.[4]

CLARIFICANTES: Sustancia utilizada para disminuir la turbidez de la cerveza, usada en el proceso de maceración.[5]

EBC: *European Brewery Convention*, escala de colores utilizada para determinar el color de una cerveza, las rubias van de 15 a 30 EBC, las oscuras pueden tener 400 EBC o más y las negras alcanzan incluso los 1000 EBC. Otras escalas utilizadas con el mismo propósito son las SRM (*Standard Reference Method*) o el ASBC (*American Society of Brewing Chemists*) [6].

ÉSTERES: Este compuesto en diversas formas es el responsable de los aromas afrutados como: plátano, fresa, manzana, esto es causado por altas temperaturas de fermentación, diferentes tipos de levadura o por ambas, también pueden ser causados por la concentración de nutrientes en el mosto o la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono disueltos en el mosto.[7]

IBU: Unidades internacionales de amargor (*International Bittering Unit*), indica la cantidad de sabor amargo de la cerveza según el lúpulo agregado en la cerveza terminada. [8]

LAUTER: Término utilizado para referirse a la olla de maceración, se le conoce como tanque Lauter, en donde el mismo lleva un falso fondo para separar la malta del mosto.[9]

MALTOSA: Es un Disacárido compuesto de dos glucosas unidas por un enlace glucosídico.[10]

MOSTO: Está compuesto por una mezcla de azúcares fermentables, no fermentables de la malta, los ácidos del lúpulo y agua, comprende la etapa inicial de la producción de cerveza desde después de la maceración hasta antes de la fermentación, se le dice “mosto” por su sabor dulce y su falta de contenido alcohólico.[11]

RESUMEN

En el siguiente trabajo de grado se realizaron pruebas para evaluar el uso de *Beta Vulgaris* (Remolacha) como ingrediente adjunto para la elaboración de cerveza artesanal, esto se con el fin de innovar en el campo de la cervecería artesanal en Colombia y de esta manera expandir el grupo de materias primas que pueden ser usadas para preparar este tipo de bebida.

Para esto se realizó un total de 8 lotes de cerveza de 5 L cada uno, en donde se agregó la remolacha en forma de zumo. Este a su vez fue pretratado para eliminar microorganismos que se pudieran hacer presentes y afectar el proceso de forma adversa. El zumo fue agregado en 2 partes del proceso por separado (cocción y fermentación) y en diferentes concentraciones con base a la masa de malta que fue agregada (15% p/v y 30% p/v).

El proyecto fue realizado con recursos propios y fue llevado a cabo en el hogar del experimentador y la idea surgió en sexto semestre luego de cursar la materia de bioprocesos, dentro del plantel educativo. Se llevaron a cabo análisis microbiológicos en el laboratorio UnidSalud S.A.S. y a partir de los resultados se determinó que la cerveza que estuvo más cerca de cumplir los requerimientos microbiológicos fue la realizada agregando 15% p/v de zumo de remolacha pretratado en la etapa de fermentación.

Finalmente se realizaron análisis APEX y OPEX, en donde se determinan los costos de los equipos y materias primas utilizadas para el proceso concluyendo un precio unitario de \$ 4.939.13

Palabras Claves: Cerveza artesanal, *Beta Vulgaris*, Análisis microbiológico, APEX, OPEX

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción de cerveza artesanal crece alrededor del 46% cada año en el país y aunque sus ventas representan solo un 0,5%, es decir, \$40.000 millones al año. La cerveza artesanal se encuentra en gran parte del país debido a que varios municipios cuentan con su propia fábrica.[1]. De los 32 departamentos de Colombia, 19 cuentan con al menos un pub, como el departamento del Meta y su cervecería “la Birra Craft Beer”, la cual pasará de producir 4.000 L al mes a cerca de 35.000 L con el apoyo del fondo emprender del SENA [8].

La variedad en este tipo de cervezas es impresionante, va desde cervezas maduras en barriles de roble con integración de arándanos en su fermentación, como lo es la cerveza “Season Beer”, producida por “La casa de Leidy Rincón” que ganó medalla de oro en el “Festival de Cerveceros Artesanales”, hasta la cerveza “gose las chelas con antaño” que contiene, mango biche, semillas de cilantro y sal rosa del Himalaya y fue producida por la colaboración de cuatro de las mejores cervecerías artesanales que son Baloo, Valkiria, Bodega Cervecera y Antaño de Bogotá [10].

La remolacha Beta Vulgaris es un tubérculo con un alto contenido de azúcares 7.96% [3]. Evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de un producto terminado, agregando remolacha, determinará qué cantidad de alcohol puede llegar a aportar si se usa este tubérculo como ingrediente agregado.

Al tener una innovación latente, queriendo mejorar recetas y probando ingredientes para hacer de la cerveza un producto máspreciado, es una oportunidad para el ingeniero químico en donde mediante sus conocimientos relacionados con bioprocesos, diseño y control de procesos y bioquímica podrá desarrollar productos con un valor agregado y debido a que la experimentación se puede hacer agregando casi cualquier producto se cuenta con un amplio rango para explorar.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la incorporación del tubérculo ***Beta Vulgaris*** (remolacha) en la etapa de cocción y en la etapa de fermentación del proceso productivo de cerveza artesanal tipo Saison Ale.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar las materias primas, pretratamientos, condiciones de operación y proceso utilizado para la producción de cerveza artesanal.
- Realizar el proceso productivo de cerveza artesanal integrando el tubérculo ***Beta Vulgaris***.
- Determinar el producto con mejores propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.
- Realizar un análisis de costos de la producción de cerveza artesanal integrando ***Beta Vulgaris*** en el proceso.

1. MATERIAS PRIMAS DE LA CERVEA ARTESANAL

La cerveza artesanal es un producto que está continuamente en cambio debido a que la escena cervecera busca innovar y desarrollar nuevas recetas incorporando frutas, hierbas, raíces y especias. que elevan el atractivo de la cerveza dándole un valor agregado en cuanto a sus características sensoriales (olor, color, sensación en la boca, entre otras). La finalidad de desarrollar una cerveza artesanal es dejar de lado el sabor de las cervezas tradicionales y explorar nuevas posibilidades en cuanto a materias primas se habla [12]. A continuación, se explicará cuáles son las materias primas más usadas para realizar este tipo de cervezas y su proceso.

1.1. Cebada

La cebada es ajustada para que los granos alcancen el máximo contenido posible de almidones, este proceso es conocido como malteo o malteado y se puede realizar con varios granos (avena, trigo, entre otros), los cuales pueden ser introducidos al proceso de producción de cerveza, dependiendo de las cualidades que se quieran obtener en el producto final añadiendo colores más oscuros o rojizos, sabores caramelizados o terrosos, turbidez, e incluso más espuma, como lo es en el caso de la avena y el trigo [13].

Es el segundo ingrediente fundamental de la cerveza, puesto que su interior se compone en su mayoría de almidón, proteínas y polisacáridos de pared celular, su composición de lípidos es de alrededor del 3% y micronutrientes tales como vitaminas, minerales y fitoquímicos [14].

1.2. Malteado

El proceso de malteado es donde los granos de cereal (malta, trigo, avena, entre otros.) pasan por tres diferentes etapas. Lo que se busca con el malteado es aumentar el contenido de almidones del grano y al mismo tiempo reducir la cantidad de proteínas

en él, siendo este último uno de los factores porque aumenta la turbidez en la cerveza.[15]

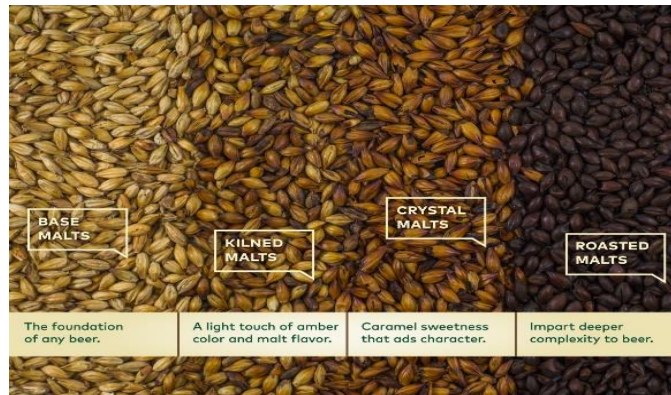
Cualquier grano que se desee maltear tiene el mismo proceso y este consiste en tres etapas.

- **Remojo:** en esta fase se sumergen los granos en agua durante dos o tres días, hasta que el grano alcance el nivel requerido de humedad, haciendo que el grano crezca y tenga una mayor flexibilidad, se debe agregar pasos de reposo, en donde se retira el agua cada cierto tiempo y se permite la entrada de aire al grano, mientras se cambia el agua, esto reduce las posibilidades de crecimiento microbiano, que tomaría el oxígeno del agua y no permitiría la germinación del grano.[14]
- **Germinación:** Se realiza para aumentar aún más el contenido de humedad del grano, en donde después de la fase anterior se debería notar el inicio de crecimiento de la raíz, en seguida son puestas sobre un piso de malteado y son movidas manualmente y se previene que estas se enreden, mejorando la germinación de las mismas.[14]
- **Horneado:** En este se seca el grano, preparándolo para empacar, quitando tallos y raíces y conservando la actividad enzimática intacta para el macerado. El tiempo de horneado y la temperatura de operación del horno, dependen de las cualidades que se quieran en la malta que se requiere, teniendo en cuenta que entre más tostado este el grano, menor contenido de azúcares fermentables poseerá, pero agregara otro tipo de características a la cerveza como aroma, sabor o color.[14]

A continuación, en la Figura 1 se observan los diferentes tipos de maltas usados en la producción de cerveza según el tiempo de malteado:

Figura 1.

Tipos de maltas



Nota. La Figura 1 representa los diferentes tonos obtenidos por los granos malta (específicamente cebada) según el tiempo de horneado. Tomado de: Staropramen. “Dark Beer Malts”. [En línea]. <https://www.staropramen.com/en/blogs/beerpedia/all-categories/dark-beer-malts>. [Acceso: agosto 12, 2020] [16].

1.2.1. Maltas base

Este tipo de maltas suelen durar menos tiempo en el horno lo que les da un color amarillo pálido, son llamadas base dado que de ellas se extrae la mayoría de azúcares fermentables provenientes del almidón interno del grano, sin estos la cerveza tendría un bajo grado alcohólico.[13]

1.2.2. Maltas Kilned (horneadas)

Las maltas de este tipo duran un tiempo un poco mayor a las maltas base en el horno, esto les da un tono ámbar, son usadas para dar un color más oscuro o rojizo a la cerveza, dependiendo del estilo que se desee desarrollar. Las maltas horneadas no solo agregan color a la cerveza, sino que también agregan aromas y sabores diferentes a los que agrega la malta base.[17]

1.2.3. Maltas Crystal

La diferencia entre esta malta y la *Kilned* es que esta malta no es secada antes de pasar al horno, esto hace que los azúcares contenidos en el grano pasen a tener un mayor dulzor. Esta malta, al tener un mayor tiempo de exposición al calor contiene una menor cantidad de azúcares fermentables y al mismo tiempo una mayor cantidad de azúcares no fermentables (dextrinas) que son los responsables de sabores como: caramelo, galleta, bizcocho, un poco tostado, entre otros.[17]

1.2.4. Malta tostada

Esta malta es usada para realizar estilos de cervezas rojas y oscuras, estas son producidas al pasar más tiempo de horneado que las maltas Crystal. Pueden llegar a aportar sabores y aromas como: café azúcar quemado, nuez y chocolate. Debido al grado de tostado que tienen estos granos, agregan pocos azúcares fermentables al mosto. [18]

1.3. Lúpulo

El lúpulo es de gran importancia en el proceso pues este agrega varias sensaciones a la cerveza entre ellas el amargor, aroma afrutado, espuma y estabilidad del sabor, a esto se añade la inhibición de crecimiento de microorganismos que pueden llegar a afectar el sabor y la apariencia de la cerveza. [19]

La rama *Humulus* pertenece a la familia *Cannabaceae* a la cual pertenece la marihuana y el cáñamo, estas llegan a ser tan parecidas que incluso se ha llegado a hacer mezclas a través de injertos entre el cáñamo y el lúpulo para ser usados en la producción en la cerveza al igual que se han realizado cervezas con infusiones de lúpulo y marihuana. [19]

Al hablar del lúpulo en el contexto cervecero, no se hace referencia a la planta, sino al cono que esta produce, pues en su interior se encuentra una sustancia llamada lupulina, un conjunto de ácidos suaves y fuertes de los cuales se resaltan los alfa y beta ácidos que contribuyen al amargor y algunos aceites de lúpulo, también llamados aceites volátiles o esenciales, que contribuyen al aroma y al sabor de la cerveza. [19]

Figura 2.

Lúpulo



Nota. La Figura 2 representa el lúpulo en flor. Tomado de: Cerveceros de México. “La Importancia del Lúpulo en la Cerveza”. [En línea]. <https://cervecerosdemexico.com/2017/11/02/la-importancia-del-lupulo-en-la-cerveza-2/>. [Acceso: agosto 12, 2020]. [20]

1.4. Agua

Es el componente principal en la cerveza puesto que en esta se desarrollan todas las etapas de producción desde la maceración hasta la fermentación. Los requerimientos del agua usada para la producción de cerveza pueden cambiar dependiendo del país, pero en general esta tiene que ser potable, libre de patógenos y debe llevar un análisis químico y de microorganismos.[14]

El valor de pH en el agua es importante, así como también lo son iones minerales como el calcio y el magnesio (Ca^{2+} , Mg^{2+}) aportan dureza a la cerveza otros iones como el potasio (K^+) también hacen aportes en menor cantidad. [14]

Figura 3.

Agua



Nota. La Figura 3 representa el agua siendo agregada a maceración. Tomado de: BREWDOWN. “BREWDOWN DIY TRI CLAMP SPRAY BALL SPARGE ARM CIP”. [En línea]. <https://brewdown.wordpress.com/2015/12/12/continuous-sparge-arm/brewdown-diy-tri-clamp-spray-ball-sparge-arm-cip/>. [Acceso: agosto 13, 2020]. [21]

1.5. Levadura

La levadura es una especie de hongo de composición unicelular y cumple un papel esencial en la producción de cerveza, su importancia reside en que esta convierte los diferentes azúcares contenidos, en su mayoría en el grano malteado pasado por el proceso de maceración, en etanol.[14]

Para la producción de cervezas artesanales, comúnmente se usan dos tipos de cepas de la familia ***Saccharomyces, cerevisiae y pastorianus*** para cervezas Ale y Lager, correspondientemente [5]. Algunas cervecerías hacen sus propios cultivos, la especie ***Brettanomyces*** también es usada, algunas de estas cepas son modificadas genéticamente para ser usadas específicamente en la cerveza, esto se hace para una mayor producción de alcohol en volumen y reducción de aumento de biomasa, en la mayoría de los casos. [14]

Generalmente se distinguen dos tipos de levaduras, las levaduras tipo Ale y las levaduras tipo Lager. El proceso para realizar ambos tipos de cerveza es el mismo, varían unas cosas como el tiempo de fermentación y localización en donde ocurre la misma, las Ale ocurren en la parte superficial del reactor de fermentación y las Lager en la parte baja.[14]

Figura 4.

Levadura



Nota. La Figura 4 representa levadura. Tomado de: Forbes México. “Levadura: El componente “mágico” de la cerveza” [En línea]. <https://www.forbes.com.mx/levadura-el-componente-magico-de-la-cerveza/>. [Acceso: agosto 13, 2020]. [22]

1.6. Remolacha

La remolacha (*Beta Vulgaris*) pertenece a la familia *Chenopodiaceae* se cultiva sobre todo en climas templados, en zonas como el norte de África, Sur América y algunas zonas de Europa. Los usos más comunes para este tubérculo es cultivo para ensaladas y también extracción de azúcares, ya que también es rico en azúcares. [23]

Es una de las fuentes más grandes de antioxidantes y nitratos, lo que genera una mejora en la circulación de sangre en el cuerpo. No se remite solo a eso el consumo de remolacha ayuda a bajar la presión sanguínea, permite un incremento del oxígeno en la sangre y es una gran fuente de vitaminas y minerales. [23]

En la Figura 5 se muestra la Betabel común también conocida como remolacha, (*Beta Vulgaris*) que según Y. Kumar, [24] posee 7,96% de azúcares fermentables en promedio

que harán más denso el mosto, eso se traduce en más alcohol, a esto se suman los antioxidantes presentes en la misma. Los posibles beneficios que llegaría a aportar la remolacha en cerveza serían: un aroma terroso y un poco afrutado, un toque mínimo de sabor a remolacha y color ligeramente rosado, le da un valor agregado a la cerveza haciéndola más atractiva al consumidor. [25]

Figura 5.

Remolacha



Nota. La Figura 5 representa la remolacha común (*Beta Vulgaris*). Tomado de: Econoticias. “Tecnología verde para un envase con extracto de remolacha que mejora la conservación de los alimentos” de la cerveza [En línea]. <https://www.ecoticias.com/tecnologia-verde/203851/Tecnologia-verde-envase-extracto-remolacha-conservacion-alimentos>. [Acceso: agosto 13, 2020]. [26]

1.7. Proceso de producción de cerveza artesanal

El proceso productivo de la cerveza artesanal es el mismo que la cerveza industrial, sus diferencias principales son los equipos utilizados en ambas, ya que el artesanal es un proceso más rustico, los equipos utilizados son menos costosos y tiene mayor probabilidad de contaminación, puesto que el mosto se expone más tiempo al ambiente y por lo tanto requiere de mayores precauciones en cuanto la asepsia.[27]

El proceso tiene varias etapas que son: Molienda, Maceración, Clarificación, Agregado del lúpulo, Fermentación, Carbonatación, Embotellamiento y Maduración.[28] En la Figura 6 se explican diferentes métodos utilizados para producir cerveza, el proceso industrial, que por lo general utiliza equipos grandes y filtros más eficientes para el

desarrollo de la cerveza. El casero o artesanal, a diferencia del industrial este hace uso de herramientas más fáciles de conseguir, como el uso de una nevera de camping para la maceración, ya que tiene la capacidad de mantener la temperatura del mosto sin grandes variaciones y fermentadores plásticos.[29], [30]

El extracto de malta es usado por personas que quieren realizar cerveza, pero quieren ahorrarse la molienda y la maceración, luego se le agregará lúpulo dependiendo del estilo de cerveza que se desee y finalmente será fermentado y envasado. Por último, el extracto de malta lupulizado que está diseñado para que al ser mezclado con la cantidad de agua indicada, se produzca un mosto que desarrollará una cerveza según el estilo que proponga el mismo, para llevar a fermentación y posteriormente a envase.[31]

Figura 6.

Proceso cerveza artesanal

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA ETAPAS	PROCESO INDUSTRIAL	PROCESO CASERO TODO GRANO	EXTRACTO DE MALTA	KIT DE CERVEZA
MOLIENDA	 Molinos	 Molino	Etapas que no se hacen	
MACERADO	 Agua Caliente Macerador	 Nevera de camping o caldero con termostato		
COCCIÓN	 Lúpulos Caldero SE OBTIENE MOSTO DE CERVEZA	 Olla de acero inoxidable o caldero	 Extracto de malta sin lupulizar	
FERMENTACIÓN	 Levadura Fermentador ENFRIAR HASTA TEMPERATURA DE INDEUSACION DE LA CERVEZA	 Fermentador de plástico o acero inoxidable	Realizar	 Jarabe de mosto lupulizado
ENVASADO Y MADURACIÓN	 Embotellado Tanque de almacenamiento SE OBTIENE CERVEZA	 Botellas de vidrio o barriles	Realizar	Realizar  fabricar cerveza.es

Nota. La figura 6 representa diferentes métodos para realizar cerveza. Tomado de: Quora. “¿Cómo puede gustarle a alguien el sabor de la cerveza común?” de la cerveza [En línea]. <https://es.quora.com/C%C3%B3mo-puede-gustarle-a-alguien-el-sabor-de-la-cerveza-com%C3%BAn>. [Acceso: agosto 13, 2020]. [29]

1.8. Cálculo de IBU

Los IBU (International Bitterness Units) son unidades utilizadas por la comunidad cervecera para caracterizar el amargor de las cervezas. Comúnmente el amargor de las cervezas se encuentra en el rango de entre 1 y 100 IBU, aunque hay cervezas que cuentan con más de 100 IBU.[32]

Para calcular los IBU de la cerveza se tiene en cuenta la fórmula de Tinseth (Figura 7), que, a partir de los ácidos alfa contenidos por el lúpulo, la cantidad en gramos, el tiempo de cocción en minutos y la densidad inicial del mosto, da como resultado la cantidad de IBU aportados por los alfa ácidos isomerizados, que son la fuente principal del amargor. [32]

Se dice que los IBU son únicamente una medida de referencia, ya que los ácidos alfa no isomerizados y los ácidos beta presentes en el lúpulo, pueden llegar a aportar amargor también. [32]

Figura 7.

Ecuación de Tinseth.

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(gravedad\ original\ del\ mosto-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04 * tiempo\ en\ minutos)}}{4.15} \right) * \left(\frac{\% \text{Ácidos alfa del lupulo} * g\ de\ lupulo * 1000}{L\ de\ cerveza\ final} \right)$$

$$\text{Factor de aprovechamiento} = 1.65 * 0.000125^{(gravedad\ original\ del\ mosto-1)}$$

$$\text{Factor de tiempo de hervor} = \frac{1 - e^{(-0.04 * tiempo\ en\ minutos)}}{4.15}$$

$$\text{Mg/l de ácidos alfa utilizados} = \frac{\% \text{Ácidos alfa del lupulo} * g\ de\ lupulo * 1000}{L\ de\ cerveza\ final}$$

Nota. Formula de Tinseth utilizada para el cálculo de los IBU aportados por el lúpulo. Tomado de: Calculadora de IBUS [En línea]. <https://tresjotasbeerclub.com/calculadora-de-ibus/>. [Acceso: agosto 13, 2020].[32]

Pese a ser una fórmula sencilla, los factores que se ven representados son varios, por lo que la precisión de la medición se ve afectada, a esto se suma que hay cervezas que presentan amargor que no corresponde al nivel de IBU, por lo que el cálculo es una aproximación.[8]

1.9. Cálculo de contenido de alcohol

Para el cálculo del alcohol hay que medir la densidad antes y después de la fermentación debido a que en la fermentación la levadura consume el azúcar convirtiéndolo en alcohol, disminuyendo de esta manera la densidad del mosto [33], sabiendo esto se puede calcular el porcentaje de alcohol en la cerveza a partir de la Figura 8:

Figura 8.

Ecuación para cálculo de % de alcohol en volumen (ABV).

$$(Densidad\ inicial - Densidad\ final) * 105 * 1.25 = \% de\ alcohol\ en\ volumen$$

Nota. Fórmula para el cálculo del alcohol en la cerveza. Tomado de: Como utilizar el hidrómetro o densímetro. [En línea]. <https://hacercervezaartesanal.com/abv-en-cerveza/>. [Acceso: agosto 13, 2020].[33]

2. CERVEZA SAISON Y MATERIAS PRIMAS

Para resaltar las propiedades que puede agregar la remolacha (color, sabor, aroma) se necesita una cerveza ligera y clara, en donde se desarrollen aromas similares a los de la remolacha (terrosos). Al usar una cerveza oscura como la Porter, el color que agrega la remolacha, no sería visible a diferencia de si se usa una cerveza dorada o pálida, como en este caso, la cerveza Saison belga, que suele tener color claro y alta atenuación por parte de la levadura, lo que la hace diáfana. [34]

Según la Beer Judge Certification Program o programa de certificación de jurados cerveceros, este estilo de cerveza puede tener entre 3.5% y 9.5% ABV [34]. Se desea llegar a una densidad inicial de 1.048 g/ml y de esta manera cumplir con el menor rango de densidad inicial propuesto por la BJCP para el estilo Saison [34], para esto, si la adición del zumo de remolacha pretratado llega a ser insuficiente, se añadirá una cantidad de azúcar blanca en almíbar, con el fin de llegar a la densidad necesaria y cumplir con esta meta.[34]

En este capítulo se realiza una descripción de la cerveza Ale, tipo Saison y las materias primas utilizadas comúnmente para la elaboración de la misma, se tomó como punto de partida la receta del autor Tabamatu [35].

2.1. Cerveza Saison

Según la BJCP [34] esta cerveza es un tipo de estilo belga, fue preparada por primera vez en Valonia, se dice que es de temporada dado que los granjeros preparaban esta cerveza en invierno para que esta fermentara y madurara a una temperatura estable, también para tener cerveza de reserva y así tener que tomar en los meses con temperaturas más altas.

2.2. Impresión general

Es un tipo de ale belga pálida, su atenuación es alta, moderadamente amarga, refrescante, de intensidad media y un final muy seco. Su carbonatación es usualmente alta y comúnmente se usan granos de cebada, ocasionalmente se usan especias para agregar mayor complejidad a la cerveza y se resalta el carácter de la levadura que aporta aroma frutal, especiado y no muy fenólico (parecidos al clavo de olor).[34]

Hay variaciones que ocupan menos contenido de alcohol o más contenido de alcohol, también hay cervezas más oscuras que llevan un carácter añadido de malta. En la Tabla 1 se hace referencia a las especificaciones generales en donde se puede observar todo lo anteriormente mencionado color, amargor, cantidad de alcohol y otras más como la carbonatación, la densidad inicial y final del mosto de este tipo de cerveza .[34]

2.3. Aroma

Es una cerveza con tonos frutales, muy aromáticos, especiados y lupulados, cuentan con un toque de aromas cítricos (ésteres) a menudo son entre moderados y altos. Los aromas del lúpulo pueden ser florales, terrosos o frutales usualmente medios o bajos. Las versiones con mayor porcentaje de alcohol pueden tener notas suave y especiada a alcohol. En versiones donde se hace presente la acidez en vez del amargor, se puede detectar un ligero aroma agrio.[34]

2.4. Apariencia

Si la versión es pálida es común encontrar un color naranja pálido, pero también pueden ser de doradas a ámbar. Su espuma es densa, de color marfil, se queda un tiempo prolongado en el vaso y es efervescente. La turbidez en la cerveza es esperada, si no se filtra la claridad puede ser de pobre a buena. [34]

2.5. Sabor



El amargor es pronunciado, si la acidez se hace presente ambos sabores no pueden ser fuertes. Se hace presente un sabor frutal y especiado acompañado por un carácter entre medio bajo y medio alto a malta. Presenta un final seco que la caracteriza, no debe tener final dulce. Su retrogusto es típicamente amargo y especiado.[34]

2.6. Sensación en la boca

Tiene cuerpo entre medio y bajo. La presencia de alcohol varia con la intensidad del mismo en la bebida. La carbonatación que presenta es alta, por lo tanto, tiene un carácter efervescente. Finalmente, la acidez equilibra el final seco.[34]

Tabla 1.

Especificaciones Generales cerveza Saison

Especificación	Cantidad
IBU (Amargor)	20 - 30
SRM (Color)	 10 - 28 
Carbonatación (volumenes de CO ₂)	2.3 - 3.0
Gravedad Inicial (mosto)	1.048 - 1.065
Gravedad Final (mosto)	1.002 - 1.008
ABV (Alcohol por volumen)	3.5% - 9.5%

Nota. La tabla representa las especificaciones de la cerveza Saison según la BJCP Tomado de: bjcporg Editada por Gordon Strong con Kristen England *et al.*, “BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM GUÍA DE ESTILOS 2015” 2015. [Acceso: septiembre 21, 2020]. [En línea]. www.bjcp.org. [34]

2.7. Formulación general

Para la selección de la formula se tomó como base la receta de una cerveza tipo Saison según Tabamatu [37] en donde se usan las siguientes materias primas:

- Agua potable
- Remolacha cortada en cubos
- Malta Pilsen alemana
- Malta Vienna alemana (reemplazada por Munich)
- Lúpulo Sorachi Ace (substituido por Simcoe)
- Levadura para cerveza tipo Saison Belga

Se hace la elección de la malta Munich en vez de la de la malta Vienna principalmente por el color que aporta al mosto, la malta Vienna tiene entre 8 y 10 **EBC** (European Brewery Convention o Convención europea de cervecera) mientras la malta Munich posee entre 11 y 20 **EBC**. [37], [38]

En cuanto al lúpulo Sorachi Ace, debido a la falta del producto en la ciudad de Bogotá, se encuentra en investigaciones [39] que el lúpulo Simcoe se puede usar como sustituto, esto se confirma revisando la página del fabricante Yakima Chief Hops™ [40] en donde se encuentra que ambos tienen perfiles aromáticos y concentraciones de alfa ácidos similares (11.5%-14.5% para Sorachi Ace y 11.5% - 15% para Simcoe).[40]

En la formulación anteriormente nombrada [37], resalta que para la levadura se puede usar cualquiera para preparar cervezas Saison, en este caso se usó Levadura SafAle™ BE-134 exclusiva para cervezas belgas, entre ellas la tipo Saison.[41]

2.8. Materias primas para cerveza Saison

Para preparar la cerveza Saison se necesitan varias materias primas, se explicará la importancia de las más influyentes.

2.8.1. Malta Pilsen BEST MALZ

La malta pilsen es usada como malta base para cervezas aromáticas, es rica en enzimas, un producto totalmente orgánico, sin modificaciones genéticas. [42]

Es usado como base principal para cervezas belgas y al presentar un color pálido, llegaría a exaltar el color de la remolacha, a esto se suma que es la principal fuente de azúcares fermentables, que luego del proceso de maceración, aumentarían la densidad inicial del mosto.

En la Tabla 2 se presentan algunos aspectos de la malta Pilsen:

Tabla 2.

Especificaciones típicas de la malta Pilsen

STANDARD MALT SPECIFICATIONS			
Specification	Unit	Minimum	Maximum
Moisture content	%		4,9
Extract fine grind, dry basis	%	80,5	
Fine-coarse difference EBC	%		2,5
Viscosity (8,6%)	m Pa*s		1,6
Friability	%	81,0	
Glassiness	%		2,5
Protein, dry basis	%	9,0	12,0
Soluble nitrogen	mg/100g	610,0	780,0
Kolbach index	%	36,0	45,0
Wort color	EBC	3,0	4,9
Wort color	Lo	1,6	2,3
Wort pH		5,7	6,1
Grading > 2,5mm	%	90,0	
Diastatic Power	WK	250,0	
β-Glucan (65°C)			350,0

Nota. La Tabla 2 representa las especificaciones típicas de la malta Pilsen. Tomado de: BEST MALZ. “BEST Pilsen Malt” de la cerveza [En línea]. <https://bestmalz.de/en/malts/best-pilsen-malt/> [Acceso: agosto 13, 2020]. [42]

La escala EBC es un método utilizado en Europa para caracterizar el color de la cerveza [6], en el caso de los granos es el rango de color que aportarán estos al mosto [43]

En la Figura 9 se representa gráficamente en la escala EBC, el tono que puede aportar el grano de malta Pilsen al mosto.[42]

Figura 9.

Representación gráfica del color en EBC



Nota. La Figura 9 representa el tono en EBC de la malta Pilsen. Tomado de: BEST MALZ. “BEST Pilsen Malt” de la cerveza [En línea]. <https://bestmalz.de/en/malts/best-pilsen-malt/> [Acceso: agosto 13, 2020].[42]

2.8.2. Malta Munich BEST MALZ

Aporta una sensación maltosa a la boca, por lo tanto, mejora el cuerpo de la cerveza. Mejora la espuma de la cerveza debido a sus niveles altos de proteína, también agrega azúcares fermentables al mosto. Esta malta hace parte del proceso, pero en una menor cantidad, con el fin de mantener una cerveza ligera, pero con pequeñas notas de malta. [37]

En la Tabla 3 se presentan algunos aspectos de la malta Munich

Tabla 3.

Especificaciones típicas de la malta Munich

STANDARD MALT SPECIFICATIONS			
Specification	Unit	Minimum	Maximum
Moisture content	%		4,9
Extract fine grind, dry basis	%	80,5	
Fine-coarse difference EBC	%		2,5
Viscosity (8,6%)	m Pa*s		1,6
Friability	%	78,0	
Glassiness	%		2,5
Protein, dry basis	%	9,0	12,0
Soluble nitrogen	mg/100g	650,0	800,0
Kolbach index	%	36,0	47,0

Tabla 3.

(Continuación)

Wort color	EBC	11,0	20,0
Wort color	Lo	4,6	8,0
Wort pH		5,6	6,1
Grading > 2,5mm	%	90,0	
Diastatic Power	WK	230,0	
β-Glucan (65°C)			350,0

Nota. La Tabla 3 representa las especificaciones típicas de la malta Munich. Tomado de: BEST MALZ. “BEST Munich” de la cerveza [En línea]. <https://bestmalz.de/en/malts/best-munich/>. [Acceso: agosto 13, 2020].[37]

La Figura 10 representa gráficamente en la escala EBC el tono aportado por los granos de malta Munich al mosto.[37], [43]

Figura 10.

Representación gráfica del color en EBC



Nota. La Figura 8 el tono en EBC de la malta Munich. Tomado de: BEST MALZ. “BEST Munich” de la cerveza [En línea]. <https://bestmalz.de/en/malts/best-munich/> [Acceso: agosto 13, 2020].[37]

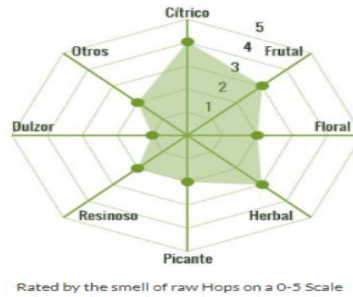
2.8.3. Lúpulo Simcoe

Su característica doble propósito lo hace un buen ingrediente para desarrollar amargor y a su vez aromas únicos en la cerveza. Su aporte es esencial en la cerveza, agrega el perfil aromático necesario a la cerveza para su tipo (Saison).[44]

A continuación, se describe su perfil aromático mediante un diagrama representado en la Figura 11, donde se pondera en una escala de 1 a 5 los principales aromas que aporta este lúpulo a la cerveza:

Figura 11.

Representación grafica de evaluación aromatica lúpulo Simcoe.



Nota. La Figura 11 representa aromas aportados por lúpulo Simcoe. Tomado de: Distrines. “Levadura: El componente “mágico” de la cerveza [En línea]. <https://distrines.com/lupulos/179/lupulo-simcoe>. [Acceso: agosto 13, 2020].[44]

Al agregar el lúpulo también se agregan sabores distintivos como el amargor que se presenta en la cerveza, el amargor se cuantifica en unidades llamadas IBU (Unidades internacionales de amargor).[8]

El amargor que aporta el lúpulo viene de los α y β ácidos presentes en el mismo a continuación se presenta en la Tabla 4 con la composición de cada uno de ellos.

Tabla 4.

Especificaciones lúpulo Simcoe

β Ácidos	3.0% - 4.5%
Alpha / Beta ratio	2.4 – 3.5
Cohumulonas (% de Alpha ácidos)	15.0% - 20.0%
Aceites totales (ml/100gr secos)	2. – 2.5

Nota. La Tabla 4 representa algunos de los ácidos y aceites contenidos por el lúpulo. Tomado de: YAKIMA CHIEF HOPS. “” [En línea]. <https://shop.yakimachief.com/simcoe.html>. [Acceso: agosto 13, 2020].[40]

2.8.4. Levadura SafAle™ BE-134

Levadura recomendada para cervezas estilo Saison belga [39], [41], el microorganismo que la compone es una *Saccharomyces cerevisiae var. diastaticus* y se caracteriza por producir una alta atenuación en la cerveza (atenuación aparente del 90%).[41]

Los aromas producidos por esta levadura son frutales y tienen un carácter especiado parecido al aroma a clavo, característico de la cerveza Saison.[41]

Temperatura de Fermentación: idealmente entre 18°C – 28°C.

Esta levadura estará encargada de convertir los azúcares fermentables en alcohol, el tiempo que le toma a esta levadura este proceso es cercano a los siete días, esto depende de la cantidad de azúcares fermentables en el mosto, entre más azúcares fermentables, más tiempo tomara.[45]

3. PRODUCCIÓN CERVEZA ARTESANAL INTEGRANDO REMOLACHA EN EL PROCESO

3.1. Diseño factorial

La remolacha es un tubérculo, al igual que la patata dulce, en el artículo realizado por B. V. Humia *et al.* [46] se realiza una cerveza a partir de esta última utilizando concentraciones (%p/p) de 30%, 50% y 70% con base a la malta agregada, los azúcares fermentables de la patata dulce se presentan como almidones que tienen que ser macerados para poder ser convertidos en alcohol posteriormente [46]. De manera diferente se da en la remolacha debido a que sus azúcares, principalmente la sacarosa [24], ya están presentes sin necesidad de macerar, sumando que el color presenta una mejoría en estas concentraciones. Esto último según Karla G *et al.* en [47], donde se realizó un jugo fermentado agregando zumo pre tratado de remolacha en concentraciones (%v/v) de 5% 10% y 30% y se concluyó que entre más concentración habrá mayor un aporte al color, sin embargo, afecta de manera negativa al sabor de la bebida alcohólica.

Para las etapas de adición del zumo de remolacha, se tuvo en consideración el artículo realizado por J. Ducruet *et al.* [48], donde se desarrolla una cerveza agregando bayas goji, que al igual que la remolacha se destacan por contener antioxidantes [24]. Las bayas fueron agregadas en el proceso de cocción y fermentación, con el fin de aprovechar estos antioxidantes al máximo. La forma en la que se agregó la baya fue en zumo procesado [48].

Se realiza un diseño 2K en donde las variables a considerar son: la parte del proceso en donde se agrega el zumo de remolacha pre tratado (cocción y fermentación) y la cantidad de zumo pre tratado en proporción al 15% y 30% (%p/v) con base a la malta agregada. Se hace cada una por duplicado.

Cada experimento tiene como propósito realizar un lote de cerveza de cinco Litros. Se plantea el diseño factorial en la Tabla 5:

Tabla 5.

Diseño factorial 2K

Proceso	Concentración	Duplicado
Cocción	15% p/v (Lote 1)	15% p/v (Lote 2)
Cocción	30% p/v (Lote 3)	30% p/v (Lote 4)
Fermentación	15% p/v (Lote 5)	15% p/v (Lote 6)
Fermentación	30% p/v (Lote 7)	30% p/v (Lote 8)

Nota. La Tabla 5 representa la cantidad de lotes de cerveza que se realizaron, según el diseño factorial también, se realiza el nombramiento para cada uno de los lotes.

En la Tabla 5 se observa que se desarrollaron un total de ocho lotes cada uno de cinco litros de cerveza artesanal integrando el zumo de remolacha pre tratado.

3.2. Pre experimento

Se llevó a cabo un pre experimento en donde se aumentó la cantidad de remolacha agregada al pretratamiento, según [48] se usa una concentración de 250g de remolacha /Litro de agua. Para desarrollar este primer lote de cerveza se usó una relación 1:1 (1Kg de remolacha: 1L de agua) para realizar el zumo de remolacha pretratado, con el fin de evaluar el tono final del producto y así asegurar que se asemeje en comparación con otras cervezas que incluyen remolacha en su proceso productivo [25].

3.2.1. Formulación del pre experimento

Para la cantidad de malta se utilizó como referencia la formula realizada por Luis Cuellar [49] donde se usan 2500g de malta Pilsen para producir 12L de cerveza tipo

Saison, realizando el cálculo se obtuvo 1041.66g (aproximados a 1042g) para realizar 5L de mosto.

Según Luis Cuellar [50] para realizar 3.9 L de cerveza Saison se usan 10g de lúpulo Simcoe en 3 tandas, teniendo esto en cuenta para realizar 5L de cerveza se necesitarían un total de 12.8g de lúpulo. Se realizó un aumento a 25 g para evaluar el aporte del lúpulo a la cerveza. Los tres tiempos de adición de lúpulo fueron tomados de la receta base realizada por Tabamatu [37] al inicio de la cocción (duró 60 minutos en hervor), para agregar amargor, pasados 45 minutos del inicio de la cocción (15 minutos en hervor) para agregar sabor y finalmente a los 55 minutos de cocción, (5 minutos en hervor) para agregar aroma. [20]

La cantidad de levadura se propone por Luis Cuellar en la formula [51] donde se usan 3g de levadura SafAle™ BE-134 para preparar 3 L de cerveza Saison por lo tanto se usarán 5g para preparar 5L de cerveza.

Para la cantidad de agua se usan los cálculos propuestos por Luis Cuellar [52] donde resalta que en maceración y en cocción por cada hora de hervor se pierden 3 Litros de agua por lo tanto para hacer un lote de 5 Litros, donde el mosto se hervirá durante 2 horas (1 hora maceración y 1 hora en cocción) se usaron 11 Litros de Agua potable.

La receta usada para preparar el pre experimento fue la siguiente:

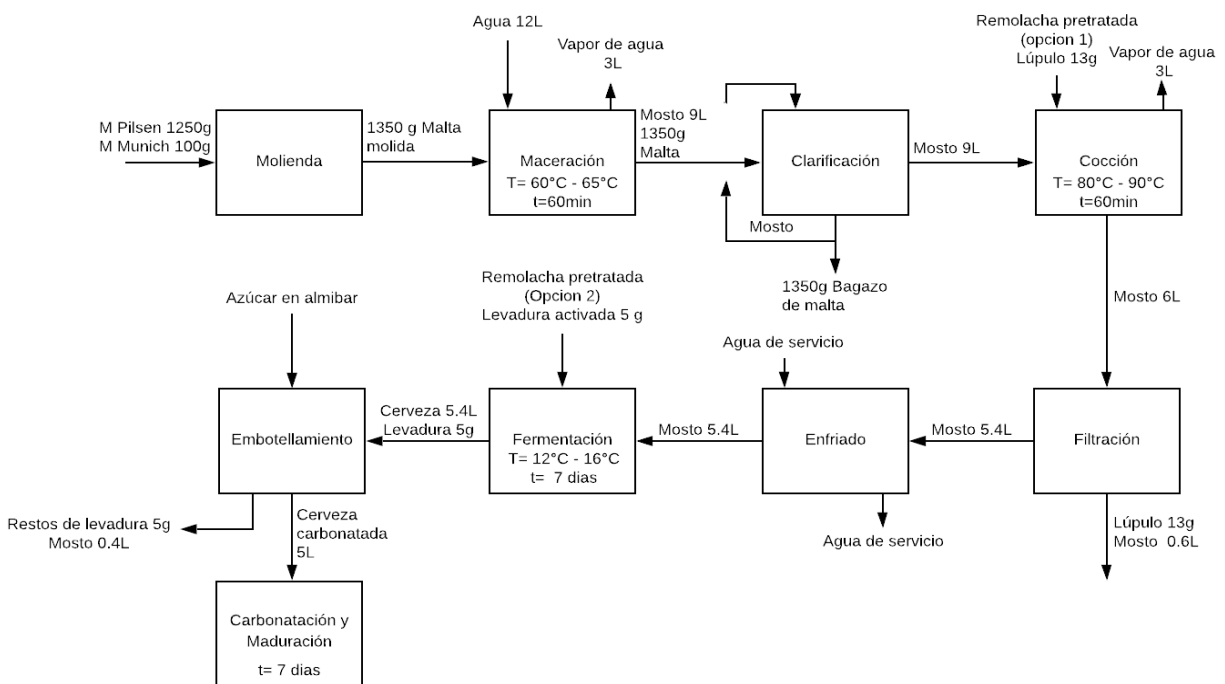
- 11 L de Agua potable (para 5L de mosto)
- 1042 g de Malta Pilsen
- 25 g lúpulo Simcoe (repartido en 3 tandas, ver Tabla 6)
- 156.3 ml de zumo de remolacha pre tratado (15% de zumo con base en la malta agregada) o 312.6 ml de zumo de remolacha pre tratado (30% de zumo con base en la malta agregada) (ver Anexo 3)
- 5g de Levadura SafAle™ BE-134

3.3. Diagrama de procesos producción de cerveza agregando zumo de remolacha pre tratado 15% p/v 30%p/v

Se presenta en la Figura 12 el diagrama de procesos que se siguió para el desarrollo de este proyecto.

Figura 12.

Diagrama de Procesos de producción de cerveza agregando zumo de remolacha pre tratado



Nota. Se presenta el diagrama seguido para realizar 5L de cerveza artesanal tipo Saison agregando zumo de remolacha pretratado.

3.3.1. Balance de masa

Se realiza un balance de masa de los principales componentes, agua, malta y lúpulo, según el principio de conservación de la materia [53].

$$\text{Masa de agua que entra} = \text{Masa de agua que sale}$$

Balance de agua

$$12L - 3L \text{ evaporación macieración} - 3L \text{ evaporación cocción} - 0.6L \text{ fondos} \\ - 0.4L \text{ fondos} = 5L \text{ agua salientes}$$

Balance Malta

$$1250 \text{ g malta Pilsen} + 100\text{g Malta Munich} \\ = 1350\text{g de malta salientes de recirculación}$$

Balance Lúpulo

$$13\text{g Lúpulo} = 13\text{g de salida de filtración}$$

3.4. Formulación final

Para la fórmula final, a partir del pre experimento, se decidió seguir con el pretratamiento para el zumo de remolacha propuesto por Otegbayo, B. O. *et al.* [48], a su vez, aumentar la cantidad de malta pilsen y agregar malta Munich, con el fin de aportar color y densidad al mosto [6], [54]; utilizar la cantidad de lúpulo Simcoe propuesta por Luis Cuellar [50] (13g) y finalmente aumentar en 1 L la cantidad de agua potable en el proceso.

Finalmente, la receta usada para preparar la cerveza fue la siguiente:

- 12 L de Agua potable (para 5L de mosto)
- 1250 g de Malta Pilsen
- 100 g de Malta Munich
- 13 g lúpulo Simcoe (repartido en 3 tandas, ver Tabla 9)

- 202.5 ml de zumo de remolacha pre tratado (15% de zumo con base en la malta agregada) o 405 ml de zumo de remolacha pre tratado (30% de zumo con base en la malta agregada) (ver Anexo 3)
- 5g de Levadura SafAle™ BE-134

3.5. Pretratamiento Remolacha

Este proceso se necesita realizar debido a que el método de cultivo de la remolacha, hace propenso a esta a tener residuos de suciedad, también para eliminar la mayor cantidad de bacterias y microorganismos no deseados presentes en la remolacha.

Debido a que el proceso de cerveza artesanal necesita de extremada asepsia se requiere el mayor cuidado en todas sus etapas, puesto que cualquier microorganismo diferente a los necesarios para la fermentación (levaduras) pueden ser causal de contaminación del mosto y llegar a arruinar el producto final.

Se usó el pretratamiento propuesto por B. O. Otegbayo *et al.* [48] donde se realizo vino de remolacha y para esta parte del proceso planteó la siguiente serie de pasos:

1. Lavar la remolacha: con el propósito de retirar residuos de tierra y suciedad.
2. Remover la piel exterior de la remolacha.
3. Procesar la remolacha agregando agua llegando a una proporción de 250g de remolacha /litro de agua.
4. Filtrar el resultado del procesado con malla.
5. Calentar el zumo de remolacha hasta llegar a una temperatura de 60°C, luego mantener la temperatura durante 20 minutos.
6. Aguardar hasta que el zumo llegue a temperatura ambiente (20°C).

Figura 13.

Zumo de remolacha



Nota. La Figura 13 representa el zumo de remolacha luego de ser filtrado, antes de la cocción.

3.6. Molienda

El propósito de la molienda en el proceso es romper el grano, tratando de reducir el daño en la cascara del mismo, para, de esta manera, poder usar los granos partidos y las cascara como lecho filtrante, hay que resaltar; para obtener un mosto claro, se evita moler de más el grano, las partículas más pequeñas de este pueden quedar suspendidas en la bebida y estas a su vez provocar turbidez, lo que hará más dispendioso el proceso de filtrado. Estéticamente también es preferible una cerveza clara y estos sedimentos de malta pueden añadir sabores no deseados en el producto final [55].

Figura 14.

Molienda



Nota. La Figura 14 representa la mezcla de maltas siendo molidas.

3.7. Maceración

El proceso de maceración es donde los almidones contenidos en los granos de malta son convertidos en azúcares fermentables este proceso se conoce como sacarificación

en donde las enzimas (alfa y beta amilasas) que contienen los granos son las que actúan en el proceso [56]. También es donde el agua toma el color de los granos macerados. Esta mezcla de azúcares de color entre dorado claro y negro (dependiendo del estilo de cerveza) es llamada mosto.[1]

Su importancia reside en el hecho de que este proceso es el que convierte todos los almidones contenidos en la malta en azúcares fermentables, es llevado a cabo por las enzimas (alfa y beta amilasa) contenidas por el mismo grano y son activadas a temperaturas de 54 – 65°C para beta amilasa y 65 - 78°C para alfa amilasa, debido a esto se mantuvo un rango de temperaturas de entre 60 y 65°C. [54], [57]

Para el proceso se realizó la siguiente serie de pasos:

1. Calentar el agua: El agua potable usada se calentó hasta los 60°C, debido a que es la temperatura a la cual se activan las enzimas que trabajan en la sacarificación de los almidones presentes en los granos.[58]
2. Agregar los granos: Para reducir la turbidez se usó una bolsa hecha con muselina, se introdujo en el agua potable y finalmente se agregó el grano dentro de la bolsa. En este punto es importante mantener la temperatura del agua entre 60°C y 65°C (ver Figura 15), de esta manera los almidones son degradados a azúcares fermentables y según [59] para que la cerveza tenga una sensación más seca al tomarse (propio de la cerveza Saison).
3. Test de Yodo: Para concluir el proceso de maceración se realiza el test de yodo que consiste en tomar una muestra del mosto sin restos de grano y agregar unas gotas sobre el mismo, al tocar el mosto este puede tomar varios tonos como azul oscuro, púrpura o negro. Si toma alguno de estos colores significa que aún hay presencia de almidones por sacarificar, por lo contrario, si como resultado se obtiene tonos entre amarillo, ámbar o café, significa que el proceso de maceración ha sido completado exitosamente y se puede seguir en el proceso. [54], [60], [61]

4. Mediciones: Al mosto se le realizan diferentes mediciones como densidad inicial y °Brix, que fueron medidos empleando un densímetro y un refractómetro de mano de 0 - 32 °Brix, (ATAGO N-1E, Japón) respectivamente. Esto con el fin de calcular el porcentaje de alcohol en volumen ABV puesto por la malta en el producto final.

Figura 15.

Maceración



Nota. La Figura 15 representa la malta en etapa de maceración.

3.8. Recirculación

Inicia tomando mosto de la válvula del tanque lauter y termina al reintegrarse al proceso asegurándose de que se agregue suavemente encima del afrecho de grano (ver Figura 16), esto para reducir la oxidación del mosto, aumentar la filtración y disminuir su turbidez. Este proceso se repite varias veces hasta que el cambio en la claridad del mosto sea visible. [62]

Figura 16.

Recirculación



Nota. La Figura 16 representa el mosto siendo recirculado

3.9. Cocción

Es el proceso en donde se eliminan todos los microorganismos que no se desean para evitar contaminación y también es participe el lúpulo, que le aporta diferentes cualidades sensoriales a la cerveza (amargor, sabor y aroma). La temperatura con la que fue llevado este proceso fue entre 80 y 90°C.[63], [64]

Los ácidos alfa potenciales isomerizados (grado de utilización) de los ácidos alfa, dependen del tiempo de agregación y la cantidad que se agregue en gramos, esto afectara la cantidad de IBU de la cerveza.[8] Según el tiempo en donde se agreguen los lúpulos se tendrán diferentes respuestas sensoriales, si se agregan al inicio (60 – 50 min antes que termine el proceso) el lúpulo agregado aportará amargor al mosto, esto debido a que los ácidos alfa que se encuentran en el lúpulo tienen que isomerizarse en el proceso de cocción [20]. Entre más tiempo de cocción tenga el lúpulo, mayor aporte de IBU dará este a la cerveza.[65]

El cono del lúpulo contiene una sustancia llamada lupulina, rica aceites esenciales mayormente volátiles, estos aportan sabor y aroma a la cerveza [65]. Existen cerca de 300 compuestos diferentes y la composición de los mismos varía según el tipo del lúpulo. Debido a la volatilidad de los aceites, para que estos hagan el aporte en el sabor, se tienden a agregar en los últimos 20 minutos de cocción, así se estabiliza la isomerización de los ácidos alfa y la pérdida de aceites esenciales.[65]

Para agregar aroma a la cerveza hay que evitar aún más que los aceites esenciales que producen el aroma se volatilicen por lo tanto se agrega en los últimos minutos de cocción (5 o menos). [20]

Finalmente, en este paso se agregó el zumo de remolacha pretratado, teniendo en cuenta el diseño factorial realizado anteriormente se realizaron dos lotes de cinco litros agregando 15% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada y otros dos lotes agregando 30% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada.

Para evaluar el aporte de densidad por parte del zumo al mosto, se llevó a cabo una medición de la densidad y grados °Brix del mosto antes y después de incorporar el zumo.

Figura 17.

Lúpulo en cocción



Nota. La Figura 17 representa la integración de lúpulo en cocción.

3.10. Enfriamiento

El enfriamiento del mosto es necesario para que, al agregar la levadura, esté a la temperatura adecuada y así se desarrolle bien el proceso de fermentación, de estar a una temperatura alta (mayor a 30°C) puede llegar a inhibirse por esto y no producir el alcohol que se espera.[66]

Esta parte del proceso ayuda a minimizar la posibilidad de contaminación, eso debido a que si la temperatura baja lentamente hay más probabilidades que microorganismos no deseados lleguen al mosto. También reduce parte de la turbidez del mosto; al bajar la temperatura rápidamente las proteínas presentes en el sedimentan al fondo del tanque que se esté utilizando y así, finalmente, al pasar el mosto al tanque fermentador esté lo más claro posible.[66]

La temperatura adecuada para que la levadura se active es 20°C [41] para llegar a esta temperatura se utilizó un serpentín de cobre de 6 metros (ver Figura 18) por donde circuló una corriente de servicio compuesta por agua a condiciones ambientales (Temperatura = 20°C).

Figura 18.

Enfriamiento



Nota. La Figura 18 representa el serpentín de cobre que fue usado para disminuir la temperatura del mosto.

3.11. Fermentación

Las instrucciones de inoculación para la levadura SafAle™ BE-134 indican que esta debe ser activada en agua estéril o mosto, agitada suavemente durante 5 minutos y tapada, reposa 30 minutos y luego se añade la crema resultante al tanque de fermentación. El rango de temperaturas para una fermentación ideal es de 18 a 20°C, pero la levadura tiene la capacidad de completar este proceso entre los 12 y 25°C .[41]

Se espera una densidad de 1.048 (g/ml) según la tabla mostrada en el Anexo 1, los °Brix correspondientes a esta densidad son 11.90, para lograrla se agrega azúcar blanca en almíbar, realizado con una muestra de mosto para cada lote. Dependiendo de la densidad medida luego de la cocción se realiza un cálculo con la Figura 19 para agregar la cantidad de azúcar necesaria.

Figura 19.

Cálculo de gramos de azúcar blanca necesarios para llegar a densidad requerida

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * Volumen(ml) * 11.90\right) - \left(Densidad \left(\frac{g}{ml}\right) * Volumen(ml) * °Brix\right)$$

Nota. El desarrollo del primer paréntesis de la ecuación dirá la cantidad de azúcar que se desea tenga el mosto y el segundo presentará la cantidad actual, al realizar la sustracción de estas dos se obtendrá la cantidad en gramos necesarios de azúcar para llegar a la densidad deseada (1.048 g/ml).[67]

Donde:

g azúcar: son los gramos de azúcar necesarios para llegar a la densidad deseada

1.048: es la densidad a la que se desea llegar en g/ml.

11.90: es la cantidad de °Brix en el mosto para 1.048 g/ml de densidad.

Volumen: es el volumen del mosto que se desea llevar a la densidad en ml.

Densidad: La densidad del mosto al que se agregará el azúcar en almíbar.

°Brix: los grados brix son la cantidad de azúcar en g con una base de 100g, por esto se puede reportar como el porcentaje de azúcar en la solución. [68]

Para el tanque fermentador, se adaptó un airlock a las botellas de agua de 6L como se muestra en la Figura 20, se agregó el mosto con la levadura activado y se mantuvo en un sitio cerrado y con poca iluminación, durante 7 días.[45]

Figura 20.

Tanque de fermentación



Nota. Se usó las botellas de agua potable compradas y se adaptó el airlock, de manera que todo quedara herméticamente sellado.

3.12. Carbonatación, envase y maduración

Esta etapa aprovecha el dióxido de carbono que produce la fermentación alcohólica y por presión en la hermeticidad del envase, se solubiliza en la cerveza y finalmente se obtiene la bebida alcohólica carbonatada. [69]

Este dióxido de carbono es producido por los restos de levadura presentes en la cerveza después de terminada la etapa de fermentación.[4] Se tomo una muestra de cerveza de aproximadamente 500 ml en donde se agregó el azúcar necesario, calculado con la ecuación representada en la Figura 21.

Figura 21.

Ecuación para cálculo en gramos de azúcar para carbonatación.

$$(Vol\ CO_2\ deseado - Vol\ de\ CO_2\ R\ fermentación) * 4 \frac{g/L}{Vol\ CO_2} = g\ de\ azucar$$

Nota. Fórmula para el cálculo de azúcar en gramos para la gasificación en la cerveza.

Tomado de: CARBONATAR LA CERVEZA EN BOTELLA. [En línea].

<https://www.lamalteriadelcervecero.es/carbonatar-la-cerveza-en-botella/>. [Acceso:

diciembre 09, 2020]. [4]

La cerveza utilizada para hacer el almíbar debe ser calentada a 60°C por 20 minutos, el azúcar se agrega al alcanzar los 60°C (ver Figura 22) y se agita suavemente para favorecer la solubilidad. Al finalizar este periodo de tiempo el recipiente que contiene el almíbar es enfriado hasta temperatura ambiente con agua fría, evitando el contacto del fluido de servicio con el interior. Cuando el almíbar llegue a temperatura ambiente 20°C aproximadamente, es agregado dentro del tanque fermentador y agitado suavemente. [4], [70]

Figura 22.

Azúcar añadida

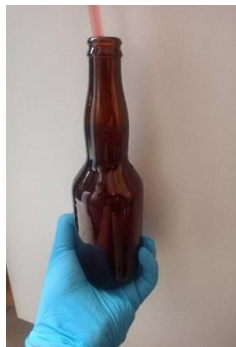


Nota. Se añadió azúcar blanca para la carbonatación.

Luego de agregar el azúcar en almíbar dentro del tanque fermentador, se envasa la cerveza (ver Figura 19). El proceso de carbonatación toma siete días, esto para que los restos de levadura sobrevivientes al proceso de fermentación, conviertan el azúcar integrado en alcohol y dióxido de carbono. La presión producida por la hermeticidad del envase y las bajas temperaturas (entre 4 y 8°C) facilitan la solubilidad del gas dentro de la cerveza. [69]

Figura 23.

Envase



Nota. Envasado de la cerveza.

Siguiendo con el proceso, la maduración, parte final del proceso de la cerveza, tiene una duración de 7 días y se realiza bajo refrigeración para aumentar la atenuación provocada por la levadura. Madurar la cerveza ayuda a que se desarrollen los sabores, aromas y colores que se desea en la cerveza.[71]

3.13. Determinación de cerveza con mejores propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

Para determinar el mejor producto obtenido, tuvo prioridad el resultado de las pruebas microbiológicas, esto, porque en caso tal de llevar la cerveza al público, el producto tiene que cumplir con estas normas.

3.13.1. *Pruebas fisicoquímicas*

Se calculó la cantidad de alcohol en ABV contenida por cada uno de los lotes haciendo uso de la Ecuación 2 y teniendo en cuenta las densidades antes de agregar el zumo de remolacha y el azúcar para llegar a la densidad deseada, (1.048 g/ml) se puede saber el aporte de alcohol de cada una de las materias primas: malta, zumo de remolacha y azúcar blanca. El pH fue únicamente medido para el agua de maceración de cada lote, para corroborar que este estuviera entre el rango sugerido en [49] con cintas de pH (ver Figura 24).

Figura 24.

pH agua potable.



Nota. Se denota un pH entre 5 y 6 según la tonalidad marcada por la cinta. Este resultado fue el mismo para todas los lotes.

3.13.2. *Pruebas microbiológicas*

Las pruebas microbiológicas hechas a la cerveza fueron realizadas por el laboratorio UnidSalud S.A.S. Se realizaron un total de 4 pruebas (una por lote representativo) en donde se tomaron dos botellas una como muestra y otra como contramuestra (ver Figura 25). Para el recuento de Aerobios Mesófilos se siguió el método propuesto por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4519 [72], los recuentos de coliformes totales y fecales según los métodos 3 y 28 de la International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) respectivamente, mohos y coliformes fueron

recontados según la NTC 5698 [73] y finalmente el recuento de *E. coli* fue regido por la NTC 4458 [74].

Figura 25.

Botellas, muestra y contramuestra de cada lote.



Nota. Muestra y contramuestra de cada lote marcadas las botellas fueron marcadas como lote 1, 30% p/v de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Fermentación, lote 2, 15% p/v de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Fermentación, lote 3, 15% p/v de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Cocción, lote 4, 30% p/v de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Cocción.

4. ANALISIS Y RESULTADOS.

Llevando a cabo el desarrollo experimental se obtuvo una serie de datos que serán representados en este capítulo, junto con su respectivo análisis.

4.1. Pre experimentación

En esta etapa la cerveza obtenida no correspondió con el estilo presentado (Saison Ale), la tonalidad obtenida de la cerveza fue un rojo muy fuerte, el tono del mosto base luego de la maceración resulto muy pálido (Ver figura 22) y el amargor, aparte de ser muy intenso, sobrepasa por mucho la cantidad de IBU propuesta según la BJCP[34] como se demuestra en la Tabla 6.

Figura 26.

Tono del mosto pre experimentación y de la cerveza resultante.



Nota. A la izquierda se muestra el mosto obtenido luego de la maceración de la malta Pilsen, y en la derecha se observa el tono de la cerveza resultante en el pre experimento.

Tabla 6.

IBU aportado por el lúpulo en pre experimentación

Minutos en hervor	Cantidad en g	IBU
60	10	60,1210
15	5	14,1779
5	10	11,7058
Total		86,0047

Nota. La tabla representa la cantidad en gramos y el aporte de IBU agregado por el lúpulo Simcoe en la pre experimentación.

La cerveza Saison puede llegar a tener contenidos de entre 20 – 30 IBU en esta pre experimentación se obtuvo una cantidad de 86.0047 IBU.

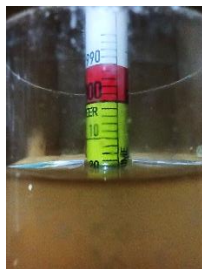
4.2. Maceración

Para tener trazabilidad de datos del proceso se requirió hacer mediciones de temperatura, densidad inicial y grados °Brix.

Debido al tono del mosto base para realizar la cerveza en la pre experimentación se aumenta la cantidad de Malta Pilsen y agregar Malta Munich para obtener un tono un poco más intenso, como se muestra en la Figura 23.

Figura 27.

Tono del mosto formula final



Nota. La Figura 23 muestra el mosto obtenido luego de la maceración de la malta Pilsen y Munich.

4.2.1. Temperatura de maceración

El proceso de maceración empieza cuando los granos tocan el agua y tiene una duración de 60 minutos, por lo que la temperatura inicial siempre será 60°C.

Para llevar a cabo la Tabla 7 se tomó la temperatura de hervido cada 5 minutos y así demostrar que esta estuvo dentro del margen correcto durante todo el proceso (60°C - 65°C).

Tabla 7.

Temperatura de maceración

Tiempo en min	Temperatura Lote 1 en °C	Temperatura Lote 2 en °C	Temperatura Lote 3 en °C	Temperatura Lote 4 en °C	Temperatura Lote 5 en °C	Temperatura Lote 6 en °C	Temperatura Lote 7 en °C	Temperatura Lote 8 en °C
0	60	60	60	60	60	60	60	60
5	62	61	61	62	61	63	62	61
10	62	62	63	63	62	63	62	62
15	63	63	62	63	63	64	63	63
20	64	65	62	64	64	65	64	64
25	65	63	64	65	65	64	62	63
30	64	64	63	63	64	63	63	64
35	64	64	63	62	64	62	63	63
40	63	63	63	63	63	63	63	64
45	63	63	64	64	63	64	64	62
50	63	62	63	63	64	63	63	63
55	64	64	64	64	64	64	64	64
60	65	65	65	65	65	65	65	65

Nota. La tabla representa los tiempos y datos de las temperaturas tomadas durante la maceración. Se evidenció que el rango de temperatura se mantuvo en el proceso.

4.2.2. Densidad y °Brix maceración

Para calcular la futura cantidad de alcohol por volumen se midió la densidad inicial de cada lote usando un densímetro de cristal de tres escalas en una probeta de 120 ml donde se tomó una alícuota de 90ml de mosto y la cantidad de grados ° Brix, con un refractómetro de mano de 0 - 32 °Brix, (ATAGO N-1E, Japón) (ver figura 24), utilizando una gota de mosto y realizando la verificación visual a través del instrumento. Los datos obtenidos se representan en la Tabla 8.

Figura 28.

Densímetro y refractómetro



Nota. A la izquierda se muestra el densímetro triple escala con el que se hicieron las mediciones de densidad y a la derecha el refractómetro ano de 0 - 32 °Brix, (ATAGO N-1E, Japón) .

Tabla 8.*Densidad y °Brix iniciales*

Lote / Medición	Densidad inicial g/ml	Grados °Brix
1	1.022	5.2
2	1.022	5.2
3	1.022	5.2
4	1.022	5.2
5	1.022	5.2
6	1.022	5.2
7	1.022	5.2
8	1.022	5.2

Nota. La tabla representa los datos de densidad y °Brix del mosto luego de maceración.

Las densidades iniciales fueron iguales para todos los lotes, esto debido a que la cantidad de malta usada y el tiempo de maceración fue el mismo en cada uno de los lotes.

4.3. Cocción

Al igual que en el proceso de maceración se hicieron mediciones de temperatura cada 5 minutos durante el tiempo de cocción (60 minutos). En la tabla 9 se muestran los resultados de las temperaturas, la cantidad de lúpulo Simcoe utilizado en gramos y el tiempo en donde fue agregado.

Tabla 9.*Temperatura de cocción*

Tiempo en min	Temperatura Lote 1 en °C	Temperatura Lote 2 en °C	Temperatura Lote 3 en °C	Temperatura Lote 4 en °C	Temperatura Lote 5 en °C	Temperatura Lote 6 en °C	Temperatura Lote 7 en °C	Temperatura Lote 8 en °C	Lúpulo (g)
0	80	80	80	80	80	80	80	80	5
5	81	82	81	81	81	82	82	81	-
10	81	85	82	82	82	82	82	82	-
15	83	83	83	82	82	83	83	82	-
20	84	84	82	83	82	84	84	83	-
25	85	84	83	84	83	85	85	84	-
30	84	84	83	84	84	86	85	85	-
35	85	83	84	85	85	86	85	86	-
40	86	85	84	86	85	84	86	87	-
45	87	86	85	87	86	84	87	88	3

Tabla 9.

(Continuación)

50	85	87	86	88	87	85	88	89	-
55	87	87	87	88	88	86	89	89	5
60	88	89	90	90	90	90	90	90	-

Nota. La tabla representa los datos de la temperatura, tiempo y cantidad de agregado del lúpulo en cocción.

Para el cálculo de los IBU se utilizó la ecuación de Tinseth (Ecuación 1). A continuación, se muestra el cálculo de IBU de la primera tanda y los resultados obtenidos para las otras dos tandas son mostrados en la Tabla 10 junto con las cantidades de lúpulo Simcoe agregado en el proceso:

Cálculo de IBU:

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*60min)}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 5g \text{ de lupulo} * 1000}{5 L \text{ de cerveza final}} \right)$$

$$IBU = 30.0605$$

Tabla 10.

IBU aportado por lúpulo en cocción

Minutos en hervor	Cantidad en g	IBU
60	5	30,0605
15	3	8,9507
5	5	5,993
Total		45,0042

Nota. La tabla representa los IBU aportados por el lúpulo Simcoe en cocción, la adición de este fue igual para todos los 8 lotes realizados, a excepción del preexperimental.

También debido a que en los lotes se agregó zumo de remolacha pretratado, se hicieron mediciones de densidad y de grados °Brix antes y después de agregarlo, esto para evaluar el aporte de alcohol y densidad por parte del mismo.

A continuación, se presentan las Tablas 11 y 12 que contienen los datos resultantes de las mediciones anteriormente nombradas.

Tabla 11.

15% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada (cocción)

Lote / Medición	Densidad antes de remolacha (g/ml)	Grados °Brix	Densidad luego de remolacha (g/ml)	Grados °Brix
1	1.022	5.2	1.034	8.5
2	1.022	5.2	1.034	8.5

Nota. La tabla representa los datos de densidades y °Brix antes y después de agregar el zumo de remolacha.

Tabla 12.

30% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada (cocción)

Lote / Medición	Densidad antes de remolacha (g/ml)	Grados °Brix	Densidad luego de remolacha (g/ml)	Grados °Brix
3	1.022	5.2	1.042	10.4
4	1.022	5.2	1.042	10.4

Nota. La tabla representa los datos de densidades y °Brix antes y después de agregar el zumo de remolacha.

Los IBU alcanzados al agregar los lúpulos como indica la Tabla 9 se encuentran por fuera del rango propuesto en la BJCP que es de 20 – 30 IBU [34] mientras el experimental obtenido fue de 45,002 IBU, esto puede reducirse usando menos cantidad de lúpulo en la primera tanda.

Las densidades y los °Brix resultantes de los lotes y sus repeticiones, no varían puesto que se usó el mismo zumo pretratado para cada par.

4.4. Fermentación

En la etapa de fermentación se agregó zumo de remolacha pre tratado, para verificar su aporte se midió la densidad del mosto antes y después de agregarlo.

En las Tablas 13 y 14 se muestran los resultados:

Tabla 13.

15% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada (fermentación)

Lote / Medición	Densidad antes de remolacha (g/ml)	Grados °Brix	Densidad luego de remolacha (g/ml)	Grados °Brix
5	1.022	5.2	1.036	9.0
6	1.022	5.2	1.032	8.2

Nota. La tabla representa los datos de densidades y °Brix antes y después de agregar el zumo de remolacha.

Tabla 14.

30% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada (fermentación)

Lote / Medición	Densidad antes de remolacha (g/ml)	Grados °Brix	Densidad luego de remolacha (g/ml)	Grados °Brix
7	1.020	5.2	1.044	10.8
8	1.020	5.2	1.044	10.8

Nota. La tabla representa los datos de densidades y °Brix antes y después de agregar el zumo de remolacha.

Para llegar a una densidad de 1.048 (g/ml) según el Anexo 2 Se agregó azúcar blanca en almíbar, el cálculo para la cantidad, fue realizado con la Ecuación 3. A continuación se presenta el cálculo realizado para el primer lote y la Tabla 15 que contiene las densidades antes de agregar el azúcar y la cantidad en gramos agregados al mosto para llegar a una densidad final de 1.048 g/ml.

Cálculo de azúcar para llegar a 1.048 g/ml

$$g \text{ azúcar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.034 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 8.5\%\right)$$

$$g \text{ azúcar} = 184.1g$$

Tabla 15.*Cantidad de azúcar agregada para llegar a 1.048 g/ml.*

Lote	Densidad (g/ml)	Azúcar (g)
1	1.034	184.1
2	1.034	184.1
3	1.042	81.7
4	1.042	81.7
5	1.036	157.4
6	1.032	200.4
7	1.044	59.8
8	1.044	59.8

Nota. La tabla representa los datos de densidades iniciales y la cantidad de azúcar en gramos para llegar a una densidad de 1.048 g/ml.

Luego de una semana de fermentación, (tiempo mínimo de fermentación recomendado por [41], [75]) haciendo uso de la Ecuación 2 se realiza el cálculo de AVB de la cerveza como se muestra a continuación y se presentan los resultados en las Tablas 16 a 19.

Calculo ABV% para lote 1

$$(1.048 - 1.002) * 105 * 1.25 = 6.04\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Tabla 16.*ABV 15% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada cocción.*

Lote	Densidad Final (g/ml)	AVB
1	1.002	6.04%
2	1.000	6.30%

Nota. La tabla representa los lotes hechos con 15% de zumo pretratado de remolacha agregado en cocción, su densidad final y su porcentaje de AVB.

Tabla 17.*ABV 30% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada cocción.*

Lote	Densidad Final (g/ml)	AVB
3	1.000	6.30%

Tabla 17.

(Continuación).

4	1.000	6.30%
---	-------	-------

Nota. La tabla representa los lotes hechos con 30% de zumo pretratado de remolacha agregado en cocción, su densidad final y su porcentaje de AVB.

Tabla 18.

ABV 15% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada fermentación.

Lote	Densidad Final (g/ml)	AVB
5	1.000	6.30%
6	1.002	6.04%

Nota. La tabla representa los lotes hechos con 15% de zumo pretratado de remolacha agregado en fermentación, su densidad final y su porcentaje de AVB.

Tabla 19.

ABV 30% p/v de zumo pretratado con base a la malta agregada fermentación.

Lote	Densidad Final (g/ml)	AVB
7	1.002	6.04%
8	1.000	6.30%

Nota. La tabla representa los lotes hechos con 30% de zumo pretratado de remolacha agregado en fermentación, su densidad final y su porcentaje de AVB.

Finalmente se realiza una comparación con el aporte de alcohol ABV hecho por las tres materias primas usadas en la cerveza: malta, zumo de remolacha pre tratado y el almíbar de azúcar blanca.

Este cálculo se realizó con la Ecuación 2, suponiendo que las densidades finales no cambian, los resultados son mostrados en la Tabla 20. Al realizar la cerveza integrando únicamente malta y zumo de remolacha o únicamente malta las densidades finales podrían llegar a cambiar [76] . A continuación, se ejemplifica el cálculo realizado para el lote 1:

Cálculo ABV aportado por malta

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Cálculo ABV aportado por el zumo de remolacha

$$((1.034 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.002) * 105 * 1.25) = 1.58\% \text{ ABV}$$

Cálculo ABV aportado por azúcar blanca en almíbar

$$((1.048 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.034 - 1.002) * 105 * 1.25) = 1.84\% \text{ ABV}$$

Tabla 20.

AVB aportados por materia prima.

Lote	Densidad Final	Densidad inicial (g/ml) (Malta)	Aporte ABV (Malta)	Densidad inicial (g/ml) (Zumo remolacha)	Aporte ABV (Zumo remolacha)	Densidad inicial (g/ml) (Almibar de azucar)	Aporte ABV (Almibar de azucar)
1	1,002	1,022	2,63%	1,034	1,58%	1,048	1,84%
2	1,000	1,022	2,89%	1,034	1,58%	1,048	1,84%
3	1,000	1,022	2,89%	1,042	2,63%	1,048	0,79%
4	1,000	1,022	2,89%	1,042	2,63%	1,048	0,79%
5	1,000	1,022	2,89%	1,036	1,84%	1,048	1,58%
6	1,002	1,022	2,63%	1,032	1,31%	1,048	2,10%
7	1,002	1,022	2,63%	1,044	2,89%	1,048	0,53%
8	1,000	1,022	2,89%	1,044	2,63%	1,048	0,79%

Nota. Se hace el cálculo de ABV para cada una de las materias primas con base en la Ecuación 2 para hallar el aporte se hicieron sustracciones entre los cálculos de ABV, esto se demuestra más adelante en el Anexo 3.

En la tabla se divide el aporte de azúcares fermentables transformados en alcohol de cada una de las materias primas utilizadas, en donde se observa que el mayor aporte se obtiene directamente de la malta, en segunda instancia se encuentra el zumo de remolacha pretratado y finalmente la azúcar blanca en almíbar. La cantidad de azúcar fermentable aportada por el zumo de remolacha es directamente proporcional a la cantidad agregada con base a la malta.

El uso de azúcar en almíbar para llegar a la densidad requerida no se usa en los procesos de cerveza industrial [77], [78], para cerveza artesanal comúnmente se podría agregar extracto de malta, maltosa, miel, jarabe de maple, cristales de azúcar cande, entre otros[79] . Los más recomendados son el extracto de malta y el azúcar de maíz ya que estos poco cambian las propiedades organolépticas y en el caso del azúcar de maíz es 100% fermentable.[79]

Para este proyecto se utilizó azúcar blanca para evitar cambiar el tono de la cerveza final, esta se compone en su mayoría de disacáridos como la sacarosa que, si bien llegan a ser fermentada por la levadura, su proceso es más complejo, esto la hace menos eficiente que el azúcar de maíz. [79] Otra de las razones por la que se escogió azúcar blanco es por ser más económica.

Los lotes 5 y 6 tienen diferentes densidades después de agregar el zumo de remolacha pretratado, esto debido a que para cada uno de los lotes se realizó uno diferente.

4.5. Carbonatación

Para el cálculo de la azúcar agregada en carbonatación, se toma en cuenta la mayor temperatura que haya alcanzado el mosto durante la fermentación, para saber esto se tomó datos de la temperatura 3 veces al día, usando una cinta termómetro. Esta temperatura según la tabla presentada en el Anexo 2 indica la cantidad de volúmenes de CO₂ presentes en la cerveza luego de la fermentación.

En la Tabla 21 se presenta la temperatura máxima de fermentación de cada lote de cerveza, el volumen de CO₂ luego de fermentación presente en la cerveza, el volumen de CO₂ al que se quiere llegar y lo agregado en g azúcar para la carbonatación.

Tabla 21.

T máx. de fermentación, Vol. de CO₂ luego de fermentación, Vol. de CO₂ deseado y g de azúcar.

Lote	T máx. F (°C)	Vol. CO ₂ luego de F	Vol. de CO ₂ deseado	g de azúcar
1	14	1.05	3.00	39.0
2	16	0.99	3.00	40.2
3	16	0.99	3.00	40.2
4	16	0.99	3.00	40.2
5	16	0.99	3.00	40.2
6	14	1.05	3.00	39.0
7	16	0.99	3.00	40.2
8	14	1.05	3.00	39.0

Nota. La tabla representa el mayor dato de temperatura tomado dentro de la fermentación, la cantidad de volúmenes de CO₂ presentes luego de fermentación, la cantidad de volúmenes de CO₂ que se desean y finalmente la cantidad de azúcar agregada para cada lote de cinco litros de cerveza.

La máxima temperatura de fermentación influye en la cantidad de azúcar a agregar para la carbonatación.

Los lotes 7 y 8 presentaron sobre carbonatación al terminar este proceso, esto se redujo haciendo la maduración en un sitio con temperatura baja (4°C controlada en nevera) esto ayudo al CO₂ solubilizarse en la cerveza.

4.6. Resultados microbiológicos

Se tomaron dos botellas de cada lote representativo, una de muestra y otra de contra muestra. A continuación, se presenta como se nombraron los lotes y la Figura 29 que da a conocer el producto final :

- **Lote 1:** 30% de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Fermentación (muestra tomada del lote 8).
- **Lote 2:** 15% de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Cocción (muestra tomada del lote 5).

- **Lote 3:** 15% de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Fermentación (muestra tomada del lote 2).
- **Lote 4:** 30% de zumo de remolacha pretratado con base a la malta agregada en Cocción (muestra tomada del lote 3).

Figura 29.

Tono productos finales.



Nota. La Figura 25 representa los lotes del 1 al 4 en orden de izquierda a derecha respectivamente.

A continuación, se presenta en la Tabla 22 los límites y los resultados de microbiológicos de los lotes presentados:

Tabla 22.

Resultados microbiológicos.

PARÁMETRO	UNIDADES	LOTE LÍMITES	1	2	3	4
			30% F	15% F	15% C	30% C
Recuento <i>Aerobios Mesófilos</i>	UFC/g	80 - 100	200	100	190	600
Recuento de Coliformes Totales	NMP/ml	*	<3	<3	<3	<3
Recuento Coliformes fecales	NMP/ml	*	<3	<3	<3	<3
Recuento Mohos y Levaduras	UFC/g	<10	100	100	60	470
Recuento <i>E. Coli</i>	UFC/g	<10	<10	<10	<10	<10

Tabla 22.

(Continuación).

Recuento de Esporas <i>Clostridium</i> Sulfito reductor	UFC/g	*	<10	<10	<10	<10
---	-------	---	-----	-----	-----	-----

Nota. La Tabla 22 representa los resultados límites y los resultados microbiológicos para los lotes 1, 2, 3, 4, con sus respectivas unidades UFC (Unidades Formadoras de Colonia) o NMP, (Número Más Probable) [80]. El lote 1 representa 30% p/v de zumo pretratado de remolacha agregado en fermentación; el lote 2 15% p/v de zumo pretratado de remolacha agregado en fermentación; el lote 3 15% p/v de zumo pretratado de remolacha agregado en cocción y finalmente el lote 4 30% p/v de zumo pretratado de remolacha agregado en cocción.

Los resultados de las pruebas microbiológicas indican que ninguno de los lotes cumple con las normas INVIMA [81], sin embargo, el más cercano a cumplir los requerimientos fue el lote 2, puesto que el parámetro de recuento de Aerobios Mesófilos quedó en límite más alto del mismo.

Los microorganismos presentes en recuentos como los de coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli* y Esporas *Clostridium*, son patógenos que pueden afectar la salud humana si son consumidos [82]. En este caso, los patógenos mencionados anteriormente estuvieron presentes de manera mínima en las muestras, incumpliendo así con esos parámetros ya que el conteo para este parámetro debería ser nulo [80]. La posible causa del incumplimiento de estos parámetros es la contaminación cruzada externa debido a fugas en el tanque fermentador.

Los conteos más altos se dieron en *Aerobios Mesófilos*, Mohos y levaduras. El conteo de estos dos parámetros en todas las muestras sobrepasó los límites establecidos por el INVIMA [81], sobre todo en el lote 4 que fue enviado al laboratorio en medio de la etapa de maduración, se cree que la sobre carbonatación ayudó a que los fondos presentes en la cerveza se mezclaran en la muestra, ver Anexo 4.

El crecimiento de estos microorganismos se da debido a las condiciones que presenta el medio de cultivo, como la riqueza en carbohidratos y los rangos de temperatura que se manejan durante la fermentación (entre 12 y 16°C), presencia de oxígeno en el medio y baja efectividad en la filtración en envasado, como ocurrió en este proyecto. Al terminar la fermentación los restos de microorganismos, por ser una levadura Ale, quedan en el fondo del tanque fermentador [45], la más mínima agitación del tanque provoca el movimiento de estos dentro del mosto y al no tener un sistema de filtrado eficiente, pasan a la botella en el envasado.

5. ANÁLISIS DE COSTOS DE CERVEZA INTEGRANDO 15% DE ZUMO DE *BETA VULGARIS* PRETRATADO EN EL PROCESO

El estudio de costos que se presentará a continuación se realizó para la producción de la cerveza con mejores propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, se realizara un análisis CAPEX, que se enfoca en los gastos necesarios para la transformación, distribución y preparación del producto como: maquinaria, equipos, vehículos, entre otros, [83] en donde solo se incluirán los costos de los equipos adquiridos para hacer el proyecto.

También se realizará un análisis OPEX que indica gastos requeridos para la producción del producto, como: materias primas, mantenimiento de máquinas, costo de los trabajadores, entre otros. [83]

5.1. Análisis CAPEX

El análisis incluye los costos de todos los equipos necesarios para realizar los lotes de cerveza y las mediciones hechas (temperatura, pH, °Brix). A continuación, se presenta una tabla con toda la información.

Tabla 23.*Análisis CAPEX de costos.*

Equipo	Imagen	Unidad/es	Costo unidad	Costo
Densímetro		1.00	\$45,000.00	\$45,000.00
Probeta 120 ml		1.00	\$20,000.00	\$20,000.00
Termómetro flotante		1.00	\$30,000.00	\$30,000.00
Refractómetro de mano		1.00	\$75,780.00	\$75,780.00
Olla de cocción 30 L con falso fondo		1.00	\$205,000.00	\$205,000.00
Bomba de agua		1.00	\$45,780.00	\$45,780.00
Serpentín de cobre (6 m)		1.00	\$80,000.00	\$80,000.00
Bolsa de muselina		1.00	\$34,500.00	\$34,500.00
Airlock de 3 piezas		1.00	\$6,000.00	\$6,000.00

Tabla 23.

(Continuación).

Mangera atóxica (m)		2.00	\$7,500.00	\$15,000.00
Llenador de botella		1.00	\$15,000.00	\$15,000.00
Tapador manual		1.00	\$90,000.00	\$90,000.00
Sanitizante		1.00	\$20,000.00	\$20,000.00
Total				\$682,060.00

Nota: Los costos totales correspondientes a los equipos requeridos para el proceso de elaboración de artesanal cuestan \$682.000 aproximadamente los precios de todos los equipos se tomaron del catálogo de Distrines Ltda. a excepción de la bomba de agua, el serpentín de cobre, la bolsa de muselina y el refractómetro ya que estos últimos fueron comprados en Mercado libre (ver Anexo 4).

5.2. Análisis OPEX

El análisis incluye los costos de las materias primas para realizar la cerveza. Las botellas no hacen parte de las materias primas, pero son requeridas para el envase del producto, por esta razón se incluye en el análisis OPEX. A continuación, se presenta una tabla con toda la información.

Tabla 24.

Análisis OPEX de costos.

Equipo	Imagen	Unidad/es	Costo unidad	Costo
Agua potable (6L)		2.17	6,910.00	\$14,971.62
Malta Pilsen (1Kg)		1.25	5,500.00	\$6,875.00
Malta Munich (1Kg)		0.10	5,900.00	\$590.00
Lúpulo Simcoe (100 g)		0.13	32,000.00	\$4,160.00
Levadura SafAle™ BE-134		0.43	15,000.00	\$6,450.00
Pastilla clarificante		1.00	2,000.00	\$2,000.00
Azúcar blanca (500 g)		0.20	1,550.00	\$310.00
Yodo (60 ml)		1.00	3,000.00	\$3,000.00
Remolacha (500g)		0.50	1,844.00	\$922.00
Botella (320ml, 24 unidades)		0.63	60,975.00	\$38,414.25
Tapa corona metalica (144 unidades)		0.11	12,000.00	\$1,333.20
Total				79,026.07

Nota: La tabla muestra el costo de cada una de las materias primas usadas en el proceso. La columna de unidades representa lo que se usó de cada una de las materias primas para realizar la cerveza.

Incluyendo materias primas, equipos y el precio del análisis microbiológico en el laboratorio UNIDSALUD S.A.S. (\$84.000), el costo total del proyecto fue de \$ 845.086.07

Teniendo en cuenta únicamente el costo de las materias primas y el envase para la cerveza, se estima que el costo unitario por cerveza para un lote de 5L (16 cervezas de 320ml aproximadamente) sería de \$ 4939.13. (ver Anexo 3)

6. CONCLUSIONES

- Se especificaron las materias primas usadas en el proceso: agua potable, malta Pilsen, malta Munich, lúpulo Simcoe y levadura SafAle™ BE-134. A su vez, se establecieron las condiciones de operación: la temperatura de maceración estuvo entre los 60 y 65°C, el rango de cocción fue de 80 y 90°C, la fermentación estuvo entre los 12 - 16°C, la carbonatación y maduración tomaron un tiempo de 15 días.
- Se realizaron 4 lotes de cerveza representativos, agregando zumo de remolacha pretratado con dos concentraciones diferentes (15% p/v y 30% p/v) en dos partes del proceso diferentes cocción y fermentación, por duplicado, conservando las mismas condiciones de operación.
- A partir de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas se determinó que el lote 2 fue el que más se acercó a los parámetros propuestos por el INVIMA para este tipo de productos [81]. Cada uno de los lotes representativos tuvo resultados organolépticos (sabor, aroma y tonalidad) diferentes. Entre el lote representativo y el duplicado no se encontraron diferencias.
- El análisis de costos demostró que las materias primas y envase para realizar 5L de cerveza artesanal integrando 15% de zumo de remolacha pretratada con base a la malta agregada en la fase de fermentación, tiene un costo de \$ 57.875,58, en donde el valor unitario por botella de 320ml sería de \$ 4939.13.

7. RECOMENDACIONES

- Evaluar las cantidades agregadas al realizar la cerveza Saison, la densidad inicial dada por la malta es muy baja, requerirá agregar más malta para obtener una densidad inicial cercana a la propuesta por la BJCP[34].
- Asegurar la hermeticidad del tanque fermentador y llevar un control más riguroso de la temperatura de fermentación.
- Realizar un envasado cuidadoso, en donde la agitación del tanque fermentador sea el mínimo para minimizar turbidez en el producto final, si es posible, realizar filtración antes del envasado.
- Agregar el azúcar en almíbar de carbonatación directamente en las botellas con una jeringa.
- Realizar las pruebas microbiológicas, al finalizar completamente la fase de maduración.
- Garantizar la buena carbonatación del producto, la sobre carbonatación leve, puede ser arreglada con bajas temperaturas, en caso de tener botellas explotadas durante la maduración, tener extremo cuidado al destapar el producto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] El Buen Mosto. (02, Jun, 2016). “El Buen Mosto | Beer & Lifestyle”. [En línea] . <http://www.elbuenmosto.com/lifestyle/que-significa-ibu-y-abv-en-una-cerveza/> [Acceso: diciembre 09, 2020].
- [2] Maltería del cervecero. (11, Jul, 2016). “Acetaldehído (Defectos en la Cerveza) - La Maltería del Cervecero”. [En línea]. <http://www.lamalteriadelcervecero.es/acetaldehido/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [3] Maltosa a. (04, Dec, 2019). “Airlocks para hacer cerveza: ¿cómo funcionan? ”. [En línea]. <https://maltosaa.com.mx/airlocks-para-hacer-cerveza/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [4] La Malteria del Cervecero. (13, Mar, 2017). “carbonatar la cerveza en botella - La Maltería del Cervecero”. [En línea]. <https://www.lamalteriadelcervecero.es/carbonatar-la-cerveza-en-botella/> [Acceso: diciembre 09, 2020].
- [5] Cerveza artesana. (s.f). “Cerveza Artesana | Mejorando la claridad de la cerveza: el uso de clarificantes”. [En línea]. <https://www.cervezartesana.es/blog/post/mejorando-la-claridad-de-la-cerveza-el-uso-de-clarificantes.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [6] Pablo Gigliarelli. (25, Ago, 2008). “El Color de la Cerveza”. *Revista Mash*, [En línea]. <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=350> [Acceso: julio 12, 2020].
- [7] C. L. Loviso and D. Libkind, “Synthesis and regulation of flavor compounds derived from brewing yeast: Esters” *Rev. Argent. Microbiol.* Vol 50, no 4, pp. 436–446, 2018, doi: 10.1016/j.ram.2017.11.006 [Acceso: julio 12, 2020]

- [8] Cerveza artesana. (s.f.). “Cerveza Artesana | Los IBUs, el (no) indicador del amargor de la cerveza”. [En línea]. <https://www.cervezartesa.es/blog/post/los-ibus-el-no-indicador-del-amargor-de-la-cerveza.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [9] Cervezart. (s.f.). “Elaboración y Producción de la Cerveza - cervezart”. [En línea]. <https://sites.google.com/site/cervezart/elaboracion-y-produccion-de-la-cerveza> [Acceso: julio 12, 2020].
- [10] EcuRed. (s.f.). “Maltosa - EcuRed”. [En línea]. <https://www.ecured.cu/Maltosa> [Acceso: julio 12, 2020].
- [11] Cultura Cervecera. (s.f.). “¿Qué es el Mosto? – Cerveceros de México”. [En línea]. <https://cervecerosdemexico.com/2017/11/13/mosto-cerveza-proceso/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [12] S. R. Jaeger, T. Worch, T. Phelps, D. Jin, and A. V. Cardello, “Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, attitudinal and behavioral responses underlying craft-style vs. traditional-style flavor preferences,” *Food Qual. Prefer.*, Vol 82, 2020, doi: 10.1016/j.foodqual.2020.103884 [Acceso: julio 12, 2020]
- [13] J. S. Swanston, A. Wilhelmson, A. Ritala, and B. R. Gibson, “Malting, Brewing, and Distilling,” in *Barley: Chemistry and Technology: Second Edition*, Elsevier Inc, 2014, pp. 193–222.
- [14] S. Wunderlinch and B. Werner. (2019). *Beer in Health and Disease Prevention*. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123738912/beer-in-health-and-disease-prevention>
- [15] L. H. G. Van Donkelaar, T. R. Noordman, R. M. Boom, and A. J. Van Der Goot, “Pearling barley to alter the composition of the raw material before brewing,” *J.*

Food Eng., Vol. 150, pp. 44–49, Abr. 2015, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2014.10.024.
[Acceso: Julio 12, 2020]

- [16] Beerpedia. (s.f.). “Beerpedia - Staropramen”. [En línea].
<https://www.staropramen.com/en/blogs/beerpedia/all-categories/dark-beer-malts>
[Acceso: agosto 12, 2020].
- [17] B. Smith. (26, Sep, 2018). “Kilned vs Caramel/Crystal Malts in Homebrewing - Understanding Malt Flavors | Home Brewing Beer Blog by BeerSmith™”. [En línea].
<https://beersmith.com/blog/2018/09/26/kilned-vs-caramel-crystal-malts-in-homebrewing-understanding-malt-flavors/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [18] Northern Brewer. (2020). “Roasted Malts”. [En línea].
<https://www.northernbrewer.com/collections/roasted-malts> [Acceso: julio 12, 2020].
- [19] Stan Hieronymus.(2012) *For The Love of Hops: The Practical Guide to Aroma, Bitterness and the Culture of Hops*. [En línea]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/429358329/For-the-Love-of-Hops-en-Es>
- [20] Cerveceros de México. (02, Nov, 2017). “La Importancia del lúpulo en la Cerveza - CERVECEROS DE MÉXICO”. [En línea].
<https://cervecerosdemexico.com/2017/11/02/la-importancia-del-lupulo-en-la-cerveza-2/> [Acceso: agosto 12, 2020].
- [21] BrewDown. (2016). “BrewDown DIY Tri Clamp Spray Ball Sparge Arm CIP | BREWDOWN” [En línea].
<https://brewdown.wordpress.com/2015/12/12/continuous-sparge-arm/brewdown-diy-tri-clamp-spray-ball-sparge-arm-cip/> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [22] Maribel Quiroga. “La levadura: El componente ‘mágico’ de la cerveza”, 18, Feb, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/levadura-el->

componente-magico-de-la-cerveza/ [Acceso: agosto 13, 2020].

- [23] P. B. F. Biondo *et al.*, “Evaluation of beetroot (*Beta vulgaris* L.) leaves during its developmental stages: A chemical composition study,” *Food Sci. Technol.*, vol. 34, no. 1, pp. 94–101, 2014, doi: 10.1590/S0101-20612014005000007 [Acceso: julio 12, 2020]
- [24] Y. Kumar, “Beetroot: A Super Food” *Intern. J. Eng. Stud. Tech. Approach*, vol. 01, no. 3, pp. 1–7, 2015. [Online]. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2015/1742-1431678273.pdf>[Acceso: julio 12, 2020]
- [25] Mike. (2017). “Beet and Brett Saison | The Mad Fermentationist - Homebrewing Blog”. [En línea]. <https://www.themadfermentationist.com/2017/04/beet-and-brett-saison.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [26] Econoticias, “Tecnología verde para un envase con extracto de remolacha que mejora la conservación de los alimentos” 27, Jun, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www.ecoticias.com/tecnologia-verde/203851/Tecnologia-verde-envase-extracto-remolacha-conservacion-alimentos> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [27] Luciano Moro Tozetto, Revenli Fernanda do Nascimento, Mariel Hang de Oliveira, Junior Van Beik, and Maria Helene Giovanetti Canter, “Production and physicochemical characterization of craft beer with ginger (*Zingiber officinale*),” *Food Sci. Technol.*, pp. 962–970, 2020. [Online]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v39n4/0101-2061-cta-fst16518.pdf> [Acceso: julio 12, 2020]
- [28] Zamora Daniel, “La ruta de las cervezas artesanales en Bogotá,” *Revista diners*, 03, Mar, 2020, [En línea]. Disponible en: https://revistadiners.com.co/gastronomia/67531_la-ruta-de-cervezas-artesanales-en-bogota/ [Acceso: julio 12, 2020].

- [29] Henyke Huryve Hobaye, “¿Cómo puede gustarle a alguien el sabor de la cerveza común? - Quora,” *Quora*, 20, Oct, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://es.quora.com/Cómo-puede-gustarle-a-alguien-el-sabor-de-la-cerveza-común> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [30] *El rincón del cervecero*. (23, May, 2015). “Elaboración de Cerveza con Extractos El Rincón del Cervecero”. [En línea]. <https://elrincondelcervecero.com/extracto-sin-lupulo/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [31] Hacer Cerveza Artesanal, (s.f). “extracto de malta pale * Hacer Cerveza Artesanal.” [En línea]. <https://hacercervezaartesanal.com/tienda/ingredientes/maltas/extracto-de-malta-pale/> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [32] Tres Jotas Beer. (s.f). “Calculadora de IBUs - Herramientas - Tres Jotas Beer Club”. [En línea]. <https://tresjotasbeerclub.com/calculadora-de-ibus/> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [33] Hacer cerveza artesanal. (s.f). “ABV en la cerveza  ¿Qué es y cómo se calcula? .
- [En línea].
- <https://hacercervezaartesanal.com/abv-en-cerveza/>
- [Acceso: agosto 13, 2020].
- [34] bjcporg Editada por Gordon Strong con Kristen England *et al.*. (2015). “BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM GUÍA DE ESTILOS 2015”. [En línea]. Disponible: www.bjcp.org [Acceso: septiembre 21, 2020].
- [35] Tabamatu. (08, Ene, 2014). “Musings of an elusive beer geek: Beetroot Sorachi Saison,”. [En línea]. <http://www.graphedbeer.com/2014/01/beetroot-sorachi-saison.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [37] Best Malz. (s.f). “Best munich”. [En línea].

- https://bestmalz.de/files/specs/Malt_Information_BEST_Munich_Bestmalz.pdf
[Acceso: agosto 13, 2020].
- [38] Best Malz, “Best vienna” (s.f). [En línea].
https://bestmalz.de/files/specs/Malt_Information_BEST_Vienna_Bestmalz.pdf
[Acceso: julio 12, 2020].
- [39] Kegeators. (13, Jul, 2017). “Sorachi Ace Hops: An Oddity in the (Already) Strange World of Beer”. [En línea]. <https://learn.kegeator.com/sorachi-ace-hops/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [40] Yakima chiefs. (s.f). “TABLE OF CONTENTS.” (s.f). [En línea].
https://shop.yakimachief.com/media/wysiwyg/Yakima_Chief_Hops_Varieties.pdf
[Acceso: julio 12, 2020]
- [41] Fermentis. (s.f). “SafAle™ BE-134”. [En línea]. <https://fermentis.com/wp-content/uploads/2018/02/SafAle-BE-134-SP.pdf> [Acceso: julio 12, 2020].
- [42] B. Malz. (s.f). “Best pilsen malt.” (s.f). [En línea].
https://bestmalz.de/files/specs/Malt_Information_BEST_Pilsen_Malt_Bestmalz.pdf
[Acceso: agosto 13, 2020].
- [43] Carmen Alcaraz Sanz, “¿Qué es eso del EBC de las cervezas de lo que tanto hablan? – Loopulo”, s.f , [En línea] Disponible: <https://loopulo.com/conocer/ebc-el-color-de-la-cerveza/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [44] Distrines. (s.f). “Lúpulo Simcoe® - Insumos de Cerveza”. [En línea].
<https://distrines.com/lupulos/179/lupulo-simcoe> [Acceso: agosto 13, 2020].
- [45] C. Artesana. (s.f). “Cerveza Artesana | La guía definitiva de la levadura”. [En línea].
<https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-guia-definitiva-de-la-levadura.html>
[Acceso: julio 12, 2020].

- [46] B. V. Humia *et al.*, "Physicochemical and sensory profile of Beauregard sweet potato beer," *Food Chem.*, vol. 312, p. 126087, May 2020, doi: 10.1016/j.foodchem.2019.126087 [Acceso: julio 12, 2020]
- [47] N. G.-C. Karla G. López-Palacios and R. J.-V. Emilio J. Maldonado-Enríquez, Ana L. Luna-Jiménez, "JUGO DE BETABEL (*Beta vulgaris* L.) Y PANELA FERMENTADOS CON *Saccharomyces bayanus*," *In Crescendo*, Sep. 03, 2018. <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/2032> [Acceso: julio 12, 2020].
- [48] B. O. Otegbayo, I. M. Akwa, and A. R. Tanimola, "Physico-chemical properties of beetroot (*Beta vulgaris* L.) wine produced at varying fermentation days," *Sci. African*, vol. 8, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00420 [Acceso: julio 12, 2020]
- [49] Luis Cuellar. (12, Jun, 2018). "Elaboración de cerveza saison a nivel comercial | Cómo hacer cerveza artesanal en casa". [En línea] <https://www.cerveza-artesanal.co/elaboracion-de-cerveza-saison-a-nivel-comercial/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [50] Luis Cuellar. (11, Abr, 2017). "Simcoe Munich SMaSH Pale Ale | Cómo hacer cerveza artesanal en casa". [En línea]. <https://www.cerveza-artesanal.co/simcoe-munich-smash-pale-ale/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [51] Luis Cuellar. (2017). "Brett Saison – Valentina | Cómo hacer cerveza artesanal en casa". [En línea]. <https://www.cerveza-artesanal.co/brett-saison-valentina/#more-2051> [Acceso: julio 12, 2020].
- [52] Luis Cuellar. (01, Abr, 2017). "Cómo calcular el volumen de agua para la maceración y cocción en la preparación de cerveza | Cómo hacer cerveza artesanal en casa". [En línea]. <https://www.cerveza-artesanal.co/como-calcular-el->


volumen-de-agua-para-la-maceracion-y-coccion-en-la-preparacion-de-cerveza/
[Acceso: julio 12, 2020].

- [53] M. A. D. G. Lydia Raquel Galagovsky, “Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto”, 2015. [Online] Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n2/1516-7313-ciedu-21-02-0351.pdf> [Acceso: julio 12, 2020].
- [54] Cervezomicón. (10, Ago, 2017). “Las cuatro palancas del macerado | Cervezomicón,”. [En línea]. <https://cervezomicon.com/2017/08/10/las-cuatro-palancas-del-macerado/#comments> [Acceso: julio 12, 2020].
- [55] Pablo Gigliarelli. (s.f). “Molienda,” *Revista mash*. [En línea]. <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=347> [Acceso: julio 12, 2020].
- [56] Albert. (31, Dic, 2018). “¿De qué trata el proceso de maceración? - Ilda’s Town Beer,” [En línea]. <https://ildas.es/de-que-trata-el-proceso-de-maceracion/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [57] R. Muller, “The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate composition,” *J. Inst. Brew.*, vol. 97, no. 2, pp. 85–92, 1991, doi: 10.1002/j.2050-0416.1991.tb01055.x. [Acceso: julio 12, 2020]
- [58] Juan José García Ornelas. (02, Jul, 2013). “Las Temperaturas de Maceración, Ciencia y Arte. – BrewMasters. Insumos e Ingredientes para Elaborar Cerveza”. [En línea]. <https://brewmasters.com.mx/las-temperaturas-de-maceracion-ciencia-y-arte/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [59] ALbert. (31, Dic, 2018). “¿De qué trata el proceso de maceración? - Ilda’s Town Beer”. [En línea]. <https://ildas.es/de-que-trata-el-proceso-de-maceracion/> [Acceso: julio 12, 2020]).

- [60] Koroluk Carlos A. (s.f). “Cerveza de Argentina - Test de iodo”. [En línea] . <http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/testiido.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [61] La Maltería del Cervecerero. (22, Sep, 2017). “PRUEBA DE YODO EN EL MACERADO - La Maltería del Cervecerero”. [En línea]. <https://www.lamalteriadelcervecero.es/prueba-de-yodo/> [Acceso: Febrero 02, 2021]
- [62] Tres Jotas Club. (2020). “Recirculación del Mosto | Procesos cerveceros | Tres Jotas Beer Club”. [En línea]. <https://tresjotasbeerclub.com/recirculacion-del-mosto/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [63] Universidad Nacional De La Plata “INTRODUCCIÓN A LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL”. Facultad De Ciencias Agrarias Y Forestales, L. D. I. E. P. Lipa, And Agroindustriales, [En línea]. Disponible en: <http://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/GUIA-CERVEZA.pdf> [Acceso: julio 12, 2020].
- [64] Pablo Gigliarelli. (03, Sep, 2009). “EL HERVOR”. *Revista mash*. [En línea]. <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=364> [Acceso: Febrero 02, 2021].
- [65] Cerveza Artesana. (17, Sep, 2014). “Cerveza Artesana | La guía definitiva del lúpulo”. [En línea]. <https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-guia-definitiva-del-lupulo.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [66] Tres Jotas Beer Club. (s.f). “Enfriamiento del mosto - Procesos Cerveceros - Tres Jotas Beer Club”. [En línea]. <https://tresjotasbeerclub.com/enfriamiento-del-mosto/> [Acceso: julio 12, 2020].

- [67] Cocinista. (s.f). “Tabla conversión Gravedad específica / grados Brix | [www.cocinista.es](https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/trucos-y-consejos/tabla-conversion-gravedad-especifica-grados-brix.html)”. [En línea]. <https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/trucos-y-consejos/tabla-conversion-gravedad-especifica-grados-brix.html> [Acceso: julio 12, 2020].
- [68] C. Ramírez, ; Y Perez, ; V Kafarov, ; C Barajas, and ; E Castillo, “relación entre los azúcares reductores totales (art), grados brix y el contenido de sacarosa en mezclas de alimentación a destilerías en la producción dual azúcar –bioetanol en colombia,” *Ion*, vol. 22, no. 1, pp. 25–134, 09, jun, 2009, doi: 10.18273/revion [Acceso: julio 12, 2020].
- [69] E. F. Moscoso Buitrón, “Efectos de la miel de abeja en la carbonatación natural de una cerveza artesanal elaborada a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y quinoa (*Chenoponium quinoa*),” Quito: Universidad de las Américas, Quito, 2019.
- [70] P. . George Fix. (1999). “Principles of Brewing Science: A Study of Serious Brewing Issues”. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=0nO9CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=principles+of+brewing&ots=lirnQN7Q9z&sig=HxU3wjxQ-MIAIZGaCDOoOiU4BHM#v=onepage&q=principles of brewing&f=false> [Acceso: julio 12, 2020].
- [71] Anabel Sánchez Miguel, “Fermentación de malta empleando un sistema semicontinuo en el proceso de elaboración de cerveza,” Universidad Tecnológica de la mixteca, Oaxaca, 2011.
- [72] ICONTEC, “METODO HORIZONTAL PARA EL RECuento DE MICROORGANISMO TECNICA DE RECuento DE COLONIAS A 30°C NTC 4519 | NATURALEZA | ALIMENTOS”. [En línea]. Disponible: <https://es.scribd.com/doc/125110969/metodo-horizontal-para-el-recuento-de->

microorganismo-tecnica-de-recuento-de-colonias-a-30°c-NTC-4519 [Acceso: julio 12, 2020].

- [73] ICONTEC, “MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL. MÉTODO HORIZONTAL PARA LA ENUMERACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS. PARTE 2: TÉCNICA DE RECuento DE COLONIAS EN PRODUCTOS CON ACTIVIDAD ACUOSA (AW) INFERIOR O O IGUAL A 0,95”. [En línea]. Disponible: <https://www.icontec.org/rules/microbiologia-de-alimentos-y-productos-de-alimentacion-animal-metodo-horizontal-para-la-enumeracion-de-mohos-y-levaduras-parte-2-tecnica-de-recuento-de-colonias-en-productos-con-actividad-acuosa-a/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [74] ICONTEC, “MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS Y DE ALIMENTOS PARA ANIMALES. MÉTODO HORIZONTAL PARA EL RECuento DE COLIFORMES O ESCHERICHIA COLI O AMBOS. TÉCNICA DE RECuento DE COLONIAS UTILIZANDO MEDIOS FLUOROGÉNICOS O CROMOGÉNICOS”. [En línea]. Disponible: <https://www.icontec.org/rules/microbiologia-de-alimentos-y-de-alimentos-para-animales-metodo-horizontal-para-el-recuento-de-coliformes-o-escherichia-coli-o-ambos-tecnica-de-recuento-de-colonias-utilizando-medios-fluorogenicos-o/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [75] Maria Suárez Díaz, “Cerveza: componentes y propiedades” Universidad de Oviedo, España, 2013.
- [76] Hacer cerveza artesanal. (s.f). “ABV de la Cerveza  Cómo calcular el índice alcohólico”. [En línea]. <https://hacercervezaartesanal.com/abv-en-cerveza/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [77] Carlos Korolok. (s.f). “Cerveza de Argentina - Elaboración de caramelo de azúcar Belga – Candy Sugar”. [En línea]. <http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/candysugar.html> [Acceso: julio 12,

2020].

- [78] Hacer cerveza artesanal. (s.f). “Adjuntos y Azúcar en la cerveza * Ingredientes especiales”. [En línea]. <https://hacercervezaartesanal.com/ingredientes-cerveza-artesanal/adjuntos-azucar-en-cerveza/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [79] Jeff Flowers.(May 01, 2014). “How to Raise the ABV of Your Homebrew :: Kegerator.com”. [En línea].<https://learn.kegerator.com/raising-abv/> [Acceso: julio 12, 2020].
- [80] M. M. I. R, “Interpretación de resultados de análisis microbiológicos en alimentos: Planes de atributos,” *Rev. del Inst. Nac. Hig. Rafael Rangel*, vol. 37, no. 2, pp. 35–42, 2006, [Online]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772006000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es. [Acceso: julio 12, 2020].
- [81] Manual de toma de muestras de alimentos y bebidas para entidades territoriales de salud versión 1.0, 1ª ed., INVIMA, Bogotá, Colombia., 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/1402493/29.+Manual+de+Toma+de+Muestras+de+Alimentos+y+Bebidas+para+LAS+ETS.pdf> [Acceso: julio 12, 2020].
- [82] Parker Mexico Team. (21, May, 2018). “Control Bacterial, ¿Qué está Estropeando mi Cerveza? Blogs de Tecnología en Control y Movimiento | Parker México”. [En línea]. <http://blog.parker.com/mx/control-bacterial%2C-%c3%a1-qu%C3%A9-est%C3%A1-estropeando-mi-cerveza> [Acceso: julio 12, 2020].
- [83] Alejandro Bujan Perez. (02, Nov, 2012). “CAPEX,”. [En línea]. <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-capex.html> [Acceso: julio 12, 2020]

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA DE EQUIVALENCIAS ENTRE GRADOS BRUX Y DENSIDADES.

Densidad (g/ml)	°Brix	Densidad (g/ml)	°Brix	Densidad (g/ml)	°Brix	Densidad (g/ml)	°Brix
0.990	0.00	1.019	4.83	1.048	11.90	1.077	18.63
0.991	0.00	1.020	5.08	1.049	12.14	1.078	18.86
0.992	0.00	1.021	5.33	1.050	12.37	1.079	19.08
0.993	0.00	1.022	5.57	1.051	12.61	1.080	19.31
0.994	0.00	1.023	5.82	1.052	12.85	1.081	19.53
0.995	0.00	1.024	6.07	1.053	13.08	1.082	19.76
0.996	0.00	1.025	6.32	1.054	13.32	1.083	19.98
0.997	0.00	1.026	6.57	1.055	13.55	1.084	20.21
0.998	0.00	1.027	6.81	1.056	13.79	1.085	20.43
0.999	0.00	1.028	7.06	1.057	14.02	1.086	20.65
1.000	0.00	1.029	7.30	1.058	14.26	1.087	20.88
1.001	0.26	1.030	7.55	1.059	14.49	1.088	21.10
1.002	0.51	1.031	7.80	1.060	14.72	1.089	21.32
1.003	0.77	1.032	8.04	1.061	14.96	1.090	21.54
1.004	1.03	1.033	8.28	1.062	15.19	1.091	21.77
1.005	1.28	1.034	8.53	1.063	15.42	1.092	21.99
1.006	1.54	1.035	8.77	1.064	15.65	1.093	22.21
1.007	1.80	1.036	9.01	1.065	15.88	1.094	22.43
1.008	2.05	1.037	9.26	1.066	16.11	1.095	22.65
1.009	2.31	1.038	9.50	1.067	16.34	1.096	22.87
1.010	2.56	1.039	9.74	1.068	16.57	1.097	23.09
1.011	2.81	1.040	9.98	1.069	16.80	1.098	23.31
1.012	3.07	1.041	10.22	1.070	17.03	1.099	23.53
1.013	3.32	1.042	10.46	1.071	17.26	1.100	23.75
1.014	3.57	1.043	10.70	1.072	17.49	1.101	23.96
1.015	3.82	1.044	10.94	1.073	17.72	1.102	24.18
1.016	4.08	1.045	11.18	1.074	17.95	1.103	24.40
1.017	4.33	1.046	11.42	1.075	18.18	1.104	24.62
1.018	4.58	1.047	11.66	1.076	18.40	1.105	24.83

ANEXO 2

TABLA DE VOLÚMENES DE CO₂ DISUELTOS LUEGO DE FERMENTACIÓN SEGÚN TEMPERATURA.

T °C	Vol CO ₂
0	1,700
2	1,600
4	1,500
6	1,400
8	1,300
10	1,200
12	1,120
14	1,050
16	0,990
18	0,930
20	0,880
22	0,830
25	0,730
27	0,690
28	0,650

ANEXO 3

CÁLCULOS

- **Cantidad de malta pre experimento**

$$\frac{2500 \text{ g Malta Pilsen}}{12L \text{ cerveza}} * 5L \text{ cerveza} = 1041.6666g \cong 1042g \text{ Malta Pilsen}$$

- **Cantidad zumo de remolacha pre experimento**

15% p/v

$$1042g \text{ Malta} * \frac{15 \text{ ml}}{100 \text{ g Malta}} = 156.3ml$$

30% p/v

$$1042g \text{ Malta} * \frac{30 \text{ ml}}{100 \text{ g Malta}} = 312.6ml$$

- **Cantidad de agua pre experimento**

$$5L + \left(\frac{3L}{h \text{ maceración}} * 1h \text{ maceración} \right) + \left(\frac{3L}{h \text{ cocción}} * 1h \text{ cocción} \right) = 11 L$$

- **Cantidad de levadura SafAle™ BE-134**

$$\frac{3 \text{ g de levadura}}{3 \text{ L cerveza}} * 5 \text{ L cerveza} = 5 \text{ g de levadura}$$

- **Cantidad zumo de remolacha pre experimento**

15% p/v

$$1350 \text{ g Malta} * \frac{15 \text{ ml}}{100 \text{ g Malta}} = 202.5 \text{ ml}$$

30% p/v

$$1350 \text{ g Malta} * \frac{30 \text{ ml}}{100 \text{ g Malta}} = 405 \text{ ml}$$

- **Cantidad de lúpulo Simcoe fórmula final**

$$\frac{10 \text{ g Lúpulo Simcoe}}{3.9 \text{ L cerveza}} * 5 \text{ L cerveza} = 12.8 \text{ g} \cong 13 \text{ g Lúpulo Simcoe}$$

- **Cantidad de agua fórmula final**

$$5 \text{ L} + \left(\frac{3 \text{ L}}{h \text{ maceración}} * 1 \text{ h maceración} \right) + \left(\frac{3 \text{ L}}{h \text{ cocción}} * 1 \text{ h cocción} \right) \\ + 1 \text{ L perdidas por trasvase y fermentación} = 11 \text{ L}$$

- **IBU Lúpulo pre experimentación:** Realizados con la ecuación presentada en la Figura 7.

Tanda 1

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*60 \text{ min})}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 10 \text{ g de lupulo} * 1000}{5 \text{ L de cerveza final}} \right) \\ IBU = 60.1210 \text{ IBU}$$

Tanda 2

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*15 \text{ min})}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 5 \text{ g de lupulo} * 1000}{5 \text{ L de cerveza final}} \right) \\ IBU = 14.1779 \text{ IBU}$$

Tanda 3

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*5min)}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 10g \text{ de lupulo} * 1000}{5 L \text{ de cerveza final}} \right)$$
$$IBU = 11.7058 IBU$$

IBU Totales pre experimento

$$IBU = 60.1210 + 17.1779 + 11.7058 = 86.0047 IBU$$

- **IBU Lúpulo cocción cerveza:** Realizados con la ecuación representada en la Figura 7.

Tanda 1

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*60min)}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 5g \text{ de lupulo} * 1000}{5 L \text{ de cerveza final}} \right)$$
$$IBU = 30.0605 IBU$$

Tanda 2

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*15min)}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 3g \text{ de lupulo} * 1000}{5 L \text{ de cerveza final}} \right)$$
$$IBU = 8.9507 IBU$$

Tanda 3

$$IBU = \left(1.65 * 0.000125^{(1.048-1)} * \frac{1 - e^{(-0.04*5min)}}{4.15} \right) * \left(\frac{12.8\% * 5g \text{ de lupulo} * 1000}{5 L \text{ de cerveza final}} \right)$$
$$IBU = 5.993 IBU$$

IBU Totales

$$IBU = 30.0605 + 8.9507 + 5.993 = 45.0042 IBU$$

- **Cantidad de azúcar agregada para 1.048 g/ml**

Lote 1

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml} \right) * 5000(ml) * 11.90\% \right) - \left(1.034 \left(\frac{g}{ml} \right) * 5000(ml) * 8.5\% \right)$$
$$g \text{ azucar} = 184.1g$$

Lote 2

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.034 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 8.5\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 184.1g$$

Lote 3

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.042 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 10.4\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 81.7g$$

Lote 4

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.042 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 10.4\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 81.7$$

Lote 5

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.036 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 9.0\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 157.4g$$

Lote 6

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.032 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 8.2\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 200.4g$$

Lote 7

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.044 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 10.4\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 59.8g$$

Lote 8

$$g \text{ azucar} = \left(1.048 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 11.90\%\right) - \left(1.044 \left(\frac{g}{ml}\right) * 5000(ml) * 10.4\%\right)$$

$$g \text{ azucar} = 59.8g$$

- **ABV Alcohol por volumen**

Lote 1

$$(1.048 - 1.002) * 105 * 1.25 = 6.04\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 2

$$(1.048 - 1.000) * 105 * 1.25 = 6.30\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 3

$$(1.048 - 1.000) * 105 * 1.25 = 6.30\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 4

$$(1.048 - 1.000) * 105 * 1.25 = 6.30\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 5

$$(1.048 - 1.000) * 105 * 1.25 = 6.30\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 6

$$(1.048 - 1.002) * 105 * 1.25 = 6.04\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 7

$$(1.048 - 1.002) * 105 * 1.25 = 6.04\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

Lote 8

$$(1.048 - 1.000) * 105 * 1.25 = 6.30\% \text{ de alcohol en volumen (ABV)}$$

- **Aporte alcohol por materia prima**

Malta**Lote 1**

$$(1.022 - 1.002) * 105 * 1.25 = 2.63\% \text{ ABV}$$

Lote 2

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Lote 3

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Lote 4

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Lote 5

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Lote 6

$$(1.022 - 1.002) * 105 * 1.25 = 2.63\% \text{ ABV}$$

Lote 7

$$(1.022 - 1.002) * 105 * 1.25 = 2.63\% \text{ ABV}$$

Lote 8

$$(1.022 - 1.000) * 105 * 1.25 = 2.89\% \text{ ABV}$$

Zumo de remolacha pre tratado**Lote 1**

$$((1.034 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.002) * 105 * 1.25) = 1.58\% \text{ ABV}$$

Lote 2

$$((1.034 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.000) * 105 * 1.25) = 1.58\% \text{ ABV}$$

Lote 3

$$((1.042 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.000) * 105 * 1.25) = 2.63\% \text{ ABV}$$

Lote 4

$$((1.042 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.000) * 105 * 1.25) = 2.63\% \text{ ABV}$$

Lote 5

$$((1.036 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.000) * 105 * 1.25) = 1.84\% \text{ ABV}$$

Lote 6

$$((1.032 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.002) * 105 * 1.25) = 1.31\% \text{ ABV}$$

Lote 7

$$((1.044 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.002) * 105 * 1.25) = 2.89\% \text{ ABV}$$

Lote 8

$$((1.044 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.022 - 1.000) * 105 * 1.25) = 2.63\% \text{ ABV}$$

Almíbar de azúcar blanca**Lote 1**

$$((1.048 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.034 - 1.002) * 105 * 1.25) = 1.84\% \text{ ABV}$$

Lote 2

$$((1.048 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.034 - 1.000) * 105 * 1.25) = 1.84\% \text{ ABV}$$

Lote 3

$$((1.048 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.042 - 1.000) * 105 * 1.25) = 0.79\% \text{ ABV}$$

Lote 4

$$((1.048 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.042 - 1.000) * 105 * 1.25) = 0.79\% \text{ ABV}$$

Lote 5

$$((1.048 - 1.000) * 105 * 1.25) - ((1.036 - 1.000) * 105 * 1.25) = 1.58\% \text{ ABV}$$

Lote 6

$$((1.048 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.032 - 1.002) * 105 * 1.25) = 2.10\% \text{ ABV}$$

Lote 7

$$((1.048 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.044 - 1.002) * 105 * 1.25) = 0.53\% \text{ ABV}$$

Lote 8

$$((1.048 - 1.002) * 105 * 1.25) - ((1.044 - 1.000) * 105 * 1.25) = 0.79\% \text{ ABV}$$

Carbonatación**Lote 1**

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 1.05 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 39.0 \text{ g de azucar}$$

Lote 2

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 0.99 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 40.2 \text{ g de azucar}$$

Lote 3

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 0.99 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 40.2 \text{ g de azucar}$$

Lote 4

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 0.99 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 40.2 \text{ g de azucar}$$

Lote 5

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 0.99 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 40.2 \text{ g de azucar}$$

Lote 6

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 1.05 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 39.0 \text{ g de azucar}$$

Lote 7

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 0.99 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 40.2 \text{ g de azucarcar}$$

Lote 8

$$(3 \text{ Vol } CO_2 - 1.05 \text{ Vol de } CO_2) * 4 \frac{g/L}{\text{Vol } CO_2} = 39.0 \text{ g de azucar}$$

- **Análisis CAPEX**

Densímetro

$$1 * \$45.000.00 = \$45.000.00$$

Probeta 120 ml

$$1 * \$20.000.00 = \$20.000.00$$

Termómetro flotante

$$1 * \$30.000.00 = \$30.000.00$$

Refractómetro

$$1 * \$75.580.00 = \$75.580.00$$

Olla de cocción de 30L con falso fondo

$$1 * \$205.000.00 = \$205.000.00$$

Bomba de agua

$$1 * \$45.780.00 = \$45.780.00$$

Serpentín de cobre (6m)

$$1 * \$80.000.00 = \$80.000.00$$

Bolsa de muselina

$$1 * \$34.500.00 = \$34.500.00$$

Airlock

$$1 * \$6.000.00 = \$6.000.00$$

Manguera atóxica (m)

$$2 * \$7.500.00 = \$15.000.00$$

Llenador de botella

$$1 * \$15.000.00 = \$15.000.00$$

Tapador manual

$$1 * \$90.000.00 = \$90.000.00$$

Sanitizante StarSan 8Oz

$$1 * \$20.000.00 = \$20.000.00$$

• Análisis OPEX**Agua potable**

$$(1L \text{ agua zumo} + 12L \text{ agua cerveza}) * \frac{\$6.910.00}{6L} = \$14.971.62$$

Malta Pilsen (1Kg)

$$1.25Kg \text{ Malta Pilsen} * \frac{\$5.900.00}{1Kg} = \$6.785.71$$

Malta Munich (1Kg)

$$0.1Kg \text{ Malta Munich} * \frac{\$5.900.00}{1Kg \text{ Malta Munich}} = \$590.00$$

Lúpulo Simcoe

$$13g \text{ Lúpulo Simcoe} * \frac{\$32.000.00}{100g \text{ Lúpulo Simcoe}} = \$4.160.00$$

Levadura SafAle™ BE-134 (11,5g)

$$5g \text{ Levadura} * \frac{\$5.900.00}{11.5g \text{ Levadura}} \cong \$6.450.00$$

Pastilla clarificante

$$1 * \$2000.00 = \$2.000.00$$

Azúcar blanca (500 g)

$$100g * \frac{\$1.550.00}{500g} = \$310.00$$

Yodo

$$1 * \$3000.00 = \$3.000.00$$

Remolacha

$$250g * \frac{\$1.844.00}{500g} = \$922.00$$

Botellas (320ml, 24 unidades)

$$16botellas * \frac{\$60.975.00}{24 botellas} \cong \$38.414.25$$

Tapa corona metálica (144 unidades)

$$16tapas * \frac{\$12.000.00}{144 tapas} \cong \$1.333.20$$

- **Costo total del Proyecto**

$$\$682.060.00 + \$79.026.07 + \$84.000.00 = \$845.086.07$$

- **Cantidad de botellas**

$$5000ml * \frac{1 botella}{320ml} = 15.68 botellas \cong 16 botellas$$

- **Costo unitario de producto final**

$$1 botella * \frac{\$79.026.07}{16 botellas} \cong \$4.939.13$$

ANEXO 4

REPORTES MICROBIOLÓGICOS UNIDSALUD S.A.S.

Reporte microbiológico cerveza con 30% de zumo de remolacha pretratado en fermentación.

Laboratorio UnidSalud SAS

Control de calidad de aguas y alimentos

N° de Muestra F20-946

N° de Informe F20-946

Página 1 de 1

INFORMACION DEL CLIENTE

NOMBRE	David Encizo		
DIRECCION	Calle 146 No 17-45	NIT	
TELEFONO	3197196757	FECHA TOMA DE MUESTRA	2020-10-31
CIUDAD	Bogotá D.C.	FECHA INGRESO AL LABORATORIO	2020-10-31
CONTACTO	David Encizo	FECHA DE PROCESO	2020-10-31
DIRECCION TOMA DE MUESTRA	Planta de Producción	FECHA DE REPORTE	2020-11-07
RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM	Ruben Villadiego	TIPO DE MUESTREO	Al Azar

INFORMACION DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	FECHA DE PRODUCCION	CANTIDAD Y PESO	EMPAQUE	TEMPERATURA TOMA DE MUESTRA
Producto Terminado	Cerveza Artesanal	1	NR	NR	400 ml	BV	19°C

TABLA DE RESULTADOS

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITES	METODO	TECNICA
			INVIMA		
Recuento <i>Aerobios Mesófilos</i>	UFC/g	200	80 - 100	NTC 4519	Recuento en Placa
Recuento de Coliformes Totales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 3	Número Más Probable
Recuento de Coliformes Fecales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 28	Número Más Probable
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/g	100	< 10	NTC 5698	Recuento en Placa
Recuento <i>E.coli</i>	UFC/g	<10	< 10	NTC 4458	Recuento en Placa
Recuento de <i>Endosporas</i>	UFC/g	<10	*	INVIMA	Recuento en Placa
<i>Crostitium</i> Sulfito reductor					


OBSERVACIONES

OBSERVACIONES

Calidad Microbiologica: NO CONFORME a limites norma INVIMA

Observaciones:

Los resultados son validos unicamente para el item analizado.
Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y por autorizacion escrita del laboratorio.
El laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los analisis practicados a la muestra recepcionada.


REVISÓ:

Directora técnica: Sandra Gonzalez


REALIZÓ

Microbiologo: Jairo Rodriguez

Carrera 72A N° 9-87 Castilla. Cel 3107893372 - 3123913633. Tel 4111561.
E-mail: info@laboratoriounidSalud.com * www.laboratoriounidSalud.com

Reporte microbiológico cerveza con 15% de zumo de remolacha pretratado en fermentación.

Laboratorio UnidSalud SAS

Control de calidad de aguas y alimentos

N° de Muestra F20-947

N° de Informe F20-947

INFORMACION DEL CLIENTE

Pagina 1 de 1

NOMBRE	David Encizo		
DIRECCION	Calle 146 No 17-45	NIT	
TELEFONO	3197196757	FECHA TOMA DE MUESTRA	2020-10-31
CIUDAD	Bogotá D.C.	FECHA INGRESO AL LABORATORIO	2020-10-31
CONTACTO	David Encizo	FECHA DE PROCESO	2020-10-31
DIRECCION TOMA DE MUESTRA	Puesta en el Laboratorio	FECHA DE REPORTE	2020-11-07
RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM	Ruben Villadiego	TIPO DE MUESTREO	Al AZAR

INFORMACION DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	FECHA DE PRODUCCION	CANTIDAD Y PESO	EMPAQUE	TEMPERATURA TOMA DE MUESTRA
Producto Terminado	Cerveza Artesanal	2	NR	NR	400 ml	BV	19°C

TABLA DE RESULTADOS

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITES	METODO	TECNICA
			INVIMA		
Recuento <i>Aerobios Mesófilos</i>	UFC/g	100	80 - 100	NTC 4519	Recuento en Placa
Recuento de Coliformes Totales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 3	Número Más Probable
Recuento de Coliformes Fecales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 28	Número Más Probable
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/g	100	< 10	NTC 5698	Recuento en Placa
Recuento <i>E.coli</i>	UFC/g	<10	< 10	NTC 4458	Recuento en Placa
Recuento de <i>Escherichia coli</i> Sulfito reductor	UFC/g	<10	*	INVIMA	Recuento en Placa

OBSERVACIONES

OBSERVACIONES

Calidad Microbiologica: NO CONFORME A LIMITES NORMA INVIMA

Observaciones:

Los resultados son validos unicamente para el item analizado.

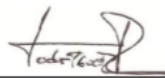
Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y por autorizacion escrita del laboratorio.

El laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los analisis practicados a la muestra recepcionada.



REVISO:

Directora técnica: Sandra Gonzalez



REALIZÓ

Microbiologo: Jairo Rodriguez

Carrera 72A N° 9-87 Castilla. Cel 3107893372 - 3123913633. Tel 4111561.
E-mail: info@laboratoriounidsalud.com * www.laboratoriounidsalud.com

Reporte microbiológico cerveza con 15% de zumo de remolacha pretratado en cocción.

Laboratorio UnidSalud SAS
Control de calidad de aguas y alimentos

N° de Muestra F20-948

N° de Informe F20-948

INFORMACION DEL CLIENTE

Pagina 1 de 1

NOMBRE	David Encizo		
DIRECCION	Calle 146 No 17-45	NIT	
TELEFONO	3197196757	FECHA TOMA DE MUESTRA	2020-10-31
CIUDAD	Bogotá D.C.	FECHA INGRESO AL LABORATORIO	2020-10-31
CONTACTO	David Encizo	FECHA DE PROCESO	2020-10-31
DIRECCION TOMA DE MUESTRA	Puesta en el Laboratorio	FECHA DE REPORTE	2020-11-07
RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM	Ruben Villadiego	TIPO DE MUESTREO	Al Azar

INFORMACION DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	FECHA DE PRODUCCION	CANTIDAD Y PESO	EMPAQUE	TEMPERATURA TOMA DE MUESTRA
Producto Terminado	Cerveza	3	NR	NR	400 ml	BV	19°C

TABLA DE RESULTADOS

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITES	METODO	TECNICA
			INVIMA		
Recuento <i>Aerobios Mesófilos</i>	UFC/g	190	80 - 100	NTC 4519	Recuento en Placa
Recuento de Coliformes Totales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 3	Número Más Probable
Recuento de Coliformes Fecales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 28	Número Más Probable
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/g	60	< 10	NTC 5698	Recuento en Placa
Recuento <i>E.coli</i>	UFC/g	<10	< 10	NTC 4458	Recuento en Placa
Recuento de <i>Escherichia coli</i> Sulfito reductor	UFC/g	<10	*	INVIMA	Recuento en Placa

OBSERVACIONES

--

Calidad Microbiologica: NO CONFORME a limite norma INVIMA

Observaciones:

Los resultados son validos unicamente para el item analizado.
Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y por autorizacion escrita del laboratorio.
El laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los analisis practicados a la muestra recepcionada.


REVISÓ:

Directora técnica: Sandra Gonzalez


REALIZÓ

Microbiologo: Jairo Rodriguez

Carrera 72A N° 9-87 Castilla. Cel 3107893372 - 3123913633. Tel 4111561.
E-mail: info@laboratoriounidSalud.com * www.laboratoriounidSalud.com

Reporte microbiológico cerveza con 30% de zumo de remolacha pretratado en cocción.

Laboratorio UnidSalud SAS

Control de calidad de aguas y alimentos

N° de Muestra F20-949

N° de Informe F20-949

INFORMACION DEL CLIENTE

Pagina 1 de 1

NOMBRE	David Encizo		
DIRECCION	Calle 146 No 17-45	NIT	
TELEFONO	3197196757	FECHA TOMA DE MUESTRA	2020-10-31
CIUDAD	Bogotá D.C.	FECHA INGRESO AL LABORATORIO	2020-10-31
CONTACTO	David Encizo	FECHA DE PROCESO	2020-10-31
DIRECCION TOMA DE MUESTRA	Puesta en el Laboratorio	FECHA DE REPORTE	2020-11-07
RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM	Ruben Villadiego	TIPO DE MUESTREO	Al Azar

INFORMACION DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	LOTE	FECHA DE VENCIMIENTO	FECHA DE PRODUCCION	CANTIDAD Y PESO	EMPAQUE	TEMPERATURA TOMA DE MUESTRA
Producto Terminado	Cerveza	4	NR	NR	400 ml	BV	19°C

TABLA DE RESULTADOS

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO	LIMITES	METODO	TECNICA
			INVIMA		
Recuento <i>Aerobios Mesófilos</i>	UFC/g	600	80 - 100	NTC 4519	Recuento en Placa
Recuento de Coliformes Totales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 3	Número Más Probable
Recuento de Coliformes Fecales	NMP/ml	<3	*	ICMSF Metodo 28	Número Más Probable
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/g	470	< 10	NTC 5698	Recuento en Placa
Recuento <i>E.coli</i>	UFC/g	<10	< 10	NTC 4458	Recuento en Placa
Recuento de <i>Escherichia coli</i> Sulfito reductor	UFC/g	<10	*	INVIMA	Recuento en Placa

OBSERVACIONES


Calidad Microbiologica: NO CONFORM a limites de norma INVIMA

Observaciones:

Los resultados son validos unicamente para el item analizado.

Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y por autorizacion escrita del laboratorio.

El laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los analisis practicados a la muestra recepcionada.


REVISÓ:

Directora técnica: Sandra Gonzalez


REALIZÓ

Microbiologo: Jairo Rodriguez

Carrera 72A N° 9-87 Castilla. Cel 3107893372 - 3123913633. Tel 4111561.
E-mail: info@laboratoriounidSalud.com * www.laboratoriounidSalud.com

ANEXO 5
COSTOS EQUIPOS Y MATERIAS PRIMAS.

Refractómetro de mano de 0 - 32 °Brix, (ATAGO N-1E, Japón)

Compraste

Entregado el 23 de julio



Refractometro Brix 0 - 32 Atc Azucar Frutas Sacarimetro
\$69.900⁰⁰ x 1 unidad



Vendedor IMPORTEC RM S.A.S.

[Enviar mensaje](#)

Resumen de compra

Producto	\$69.900
Cargo de envío	\$5.880
<hr/>	
Tu pago	\$75.780

Bomba de agua

Compraste

Entregado el 23 de julio



70cm / 500l/h Cabeza Poder Resun Sp1100 Acuario Bomba
\$39.900⁰⁰ x 1 unidad



Vendedor Anyi Lissett Rodriguez Fugueroa

[Enviar mensaje](#)

Resumen de compra

Producto	\$39.900
Cargo de envío	\$5.880
<hr/>	
Tu pago	\$45.780

Bolsa de Muselina

Compraste

Entregado el 6 de agosto



Velo Decorativos Cortinas
\$25.000⁰⁰ x 1 unidad

Vendedor CORTIHOGAR DISEÑO INTERIOR

[Ver mensajes](#)

Resumen de compra

Producto	\$25.000
Cargo de envío	\$9.500
Tu pago	\$34.500

Tubo de cobre 3/8

Compraste

Entregado

Ya pasaron 21 días, asumimos que tienes el producto.



Tubo De Cobre 3/8 Flexible Por Metro.
\$12.000⁰⁰ x 6 unidades

Vendedor Ivan Andres Espinosa Carreño

[Ver mensajes](#)

Resumen de compra

Pago de 6 productos	\$72.000
Cargo de envío	\$8.000
Tu pago	\$80.000

Remolacha

19%



Remolacha x500g - Remolacha x 500g

JUMBO | Código de producto: 0000223

Características principales:
Llévate a tu casa lo mejor en frutas y hortalizas, han sido seleccionadas y clasificadas con los estándares de calidad que te ofrece Jumbo.

Precio Regular: ~~52.305~~

Precio Ahora: **\$1.844** (Gramo a \$3.69)

0.5 kg **COMPRAR**

MEDIOS DE PAGOS



Azúcar



Azúcar providencia blanca x 500 g

PROVIDENCIA | Código de producto: 0861298

Características principales:
El azúcar blanco pasa por un proceso en donde se clarifican los jajos o jarabes, lo cual genera azúcares con menores contenidos de impurezas (99.4% mínimo de sacarosa) en comparación con los azúcares crudos, entendiéndose como impureza todo lo que no sea sacarosa. El color es blanco hueso y el grano más pequeño que el de azúcar morena.

Precio Regular: ~~51.790~~

Precio Ahora: **\$1.550** (Gramo a \$3.10)

1 **COMPRAR**

MEDIOS DE PAGOS



Botellas



DISTRIBUIDORA CORDOBA SAS

CARRERA 22 No. 14-31
BOGOTÁ, D.C.
COLOMBIA

COTIZACION

VENDEDOR
LAURA BERRIOS

DATOS DE CONTACTO **NO. COTIZACION** **Fecha Cotización**

David Enciso
Tel.: 3197196757

987

Bogotá
Colombia

CANTIDAD	LINEA	PRODUCTO	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
3	\$* Ref.:EL4215AE24C/ Desc.:	EL4215AE24C	20,325	60,975

¡ATENCIÓN! Te recordamos que antes de realizar cualquier pago, un asesor debe comunicarse contigo para confirmar la disponibilidad del inventario, detalles de tu orden y tiempos de entrega.

* Autoretenedores según resolución 760 de Junio/87
* Gran contribuyente, no efectuar retención por IVA
* El despacho de la mercancía se hará de acuerdo con su programación siempre y cuando la solicitud se realice al menos 48 horas antes

* Precios de la mercancía puestos en planta de Discordoba. *Precios vigentes siempre y cuando la TRM del día de facturación no varíe en un 2% con respecto a la TRM de la fecha de esta cotización

IVA	9.736
TOTAL	60.975


Agua



\$ 6910

Mililitro a \$ 1,15

Agregar 

 Aplica éxito prime membresía de beneficios

 Aplica **Compra y Recoge**

 Vendido por: **exitó**

 **Gana** puntos Colombia

Compartir:    

Materias primas, equipos y tapas de botella



EQUIPO BASICO PARA LA ELABORACION DE 20 LITROS DE CERVEZA ARTESANAL

DESCRIPCION	PRECIO
Olla para macerar en aluminio de 30 litros con válvula de salida y falso fondo	\$ 205.000
Termómetro flotante	\$ 30.000
Placa de ticcion 6 cavidades	\$ 15.000
Yodo 60 ml	\$ 3.000
Olla para hervir en aluminio de 30 litros con válvula de salida	\$ 140.000
Fermentador plástico de 30 litros grado alimentos con válvula de salida y airlock	\$ 70.000
Acople plastico de 1/2 a 3/8	\$ 9.500
Manguera atoxica 3/8 - 1 metro	\$ 7.500
Llenador de botellas	\$ 15.000
Densímetro triple escala	\$ 45.000
Probeta plástica 120 ml	\$ 20.000
Erlenmeyer 500 ml	\$ 20.000
Tapadora Manual	\$ 90.000
Tapas corona doradas * 144 unidades	\$ 12.000
Kit de cerveza rubia, roja, negra o trigo	\$ 55.000
Sanitizante Star San * 100ml	\$ 20.000
TOTAL	\$ 757.000

OBSERVACIONES

Para el uso adecuado del equipo mencionado anteriormente el cervecero debe disponer:

- Estufa o fogón industrial
- Molino de granos
- Ponchera, serpentín o intercambiador de placas para el choque térmico
- Botellas o barriles

DISTRINES LTDA, NIT 900200042-2

CR 50 A 41 B 11 SUR

Lineas de atencion telefonica: +57(1) 8064045

Linea de atencion whatsapp: +57 3134497933

ventas@distrines.com

www.distrines.com



Bogota. 21 de Octubre de 2020

LISTA DE PRECIOS CON IVA

MALTAS CHILENAS MALTEXCO				
PRODUCTO	PRESENTACION	1 - 24 KG	25 - 499 KG	+ 500 KG
Malta Pilsen - Patagonia Pilsen	Kilos	\$ 5.200	\$ 4.800	\$ 4.600
Malta Pale Ale - Patagonia Pale Ale	Kilos	\$ 5.500	\$ 5.000	\$ 4.800
Malta Caramel 55L - 150 EBC - Patagonia Caramel 55L	Kilos	\$ 6.500	\$ 6.000	

MALTAS DANESAS FUGLSANG				
PRODUCTO	PRESENTACION	1 - 24 KG	25 - 499 KG	+ 500 KG
Malta Pilsen - Fuglsang Pilsen NUEVO!	Kilos	\$ 5.200	\$ 4.700	\$ 4.400
Malta Pale Ale - Fuglsang Pale Ale NUEVO!	Kilos	\$ 5.500	\$ 4.900	\$ 4.700

MALTAS ALEMANAS BESTMALZ				
PRODUCTO	PRESENTACION	1 - 24 KG	25 - 499 KG	+ 500 KG
Malta Pilsen - BEST Pilsen	Kilos	\$ 5.500	\$ 5.000	\$ 4.800
Malta Pale Ale - BEST Pale Ale	Kilos	\$ 5.800	\$ 5.300	\$ 5.100
Malta Vienna - BEST Vienna	Kilos	\$ 5.800	\$ 5.300	\$ 5.100
Malta Munich - BEST Munich	Kilos	\$ 5.900	\$ 5.400	\$ 5.200
Malta Munich Oscura - BEST Munich Dark	Kilos	\$ 5.900	\$ 5.400	
Malta Trigo - BEST Wheat Malt	Kilos	\$ 5.500	\$ 5.000	\$ 4.800
Malta Trigo Oscuro - BEST Wheat Malt Dark	Kilos	\$ 5.600	\$ 5.100	
Malta Caramel Pils - Best Caramel Pils	Kilos	\$ 6.000	\$ 5.500	
Malta Red X - BEST Red X ®	Kilos	\$ 6.700	\$ 6.200	
Malta Melano - BEST Melanoidin	Kilos	\$ 6.500	\$ 6.000	
Malta Caramel Amber - Best Caramel Amber	Kilos	\$ 6.500	\$ 6.000	
Malta Caramel Hell - BEST Caramel Hell	Kilos	\$ 6.500	\$ 6.000	
Malta Caramel Aromatic - BEST Caramel Aromatic	Kilos	\$ 6.500	\$ 6.000	
Malta Caramel Munich I - BEST Caramel Munich I	Kilos	\$ 6.600	\$ 6.100	
Malta Caramel Munich II - BEST Caramel Munich II	Kilos	\$ 6.800	\$ 6.300	
Malta Caramel Munich III - BEST Caramel Munich III	Kilos	\$ 6.800	\$ 6.300	
Malta Special X - BEST Special X ®	Kilos	\$ 7.500	\$ 7.000	
Malta de Centeno - BEST Rye Malt	Kilos	\$ 7.400	\$ 6.900	
Malta Biscuit - BEST Biscuit	Kilos	\$ 8.000	\$ 7.500	
Malta Chocolate - BEST Chocolate	Kilos	\$ 8.000	\$ 7.500	
Malta Negra Extra - BEST Black Malt Extra	Kilos	\$ 8.000	\$ 7.500	
Malta Acida - BEST Acidulated Malt	Kilos	\$ 8.600	\$ 8.100	
Malta Ahumada - BEST Smoked	Kilos	\$ 8.600	\$ 8.100	
Cebada tostada - BEST Roasted Barley	Kilos	\$ 8.800	\$ 8.300	
Malta Spelt - BEST Spelt Malt	Kilos	\$ 10.000	\$ 9.500	
Malta Avena - BEST Oat Malt	Kilos	\$ 13.800	\$ 13.300	

DISTRINES LTDA
CR 50 A 41 B 11 SUR
3134497933 - (1) 8064045
VENTAS@DISTRINES.COM
WWW.DISTRINES.COM



YAKIMA VALLEY HOPS

LUPULOS YAKIMA VALLEY HOPS						
PRODUCTO	PRESENTACION	100 GR	250 GR	500 GR	1 KG	VR KG + 5KG
Lupulo Cascade pellet	Bolsas	\$ 16.000	\$ 36.000	\$ 70.000	\$ 130.000	\$ 115.000
Lupulo Bravo pellet	Bolsas	\$ 17.000	\$ 39.000	\$ 75.000	\$ 140.000	\$ 125.000
Lupulo Centennial pellet	Bolsas	\$ 17.000	\$ 39.000	\$ 75.000	\$ 140.000	\$ 130.000
Lupulo Nugget pellet	Bolsas	\$ 17.000	\$ 39.000	\$ 75.000	\$ 140.000	\$ 130.000
Lupulo Chinook pellet	Bolsas	\$ 19.000	\$ 41.000	\$ 85.000	\$ 160.000	\$ 150.000
Lupulo Magnum pellet	Bolsas	\$ 19.000	\$ 41.000	\$ 85.000	\$ 160.000	\$ 150.000
Lupulo Loral pellet	Bolsas	\$ 19.000	\$ 41.000	\$ 85.000	\$ 160.000	\$ 150.000
Lupulo Hallertau Tradition pellet	Bolsas	\$ 20.000	\$ 47.000	\$ 90.000	\$ 170.000	\$ 160.000
Lupulo Northern brewer pellet	Bolsas	\$ 20.000	\$ 47.000	\$ 90.000	\$ 170.000	\$ 160.000
Lupulo Perle pellet	Bolsas	\$ 20.000	\$ 47.000	\$ 90.000	\$ 170.000	\$ 160.000
Lupulo Amarillo pellet	Bolsas	\$ 22.000	\$ 52.000	\$ 100.000	\$ 190.000	\$ 175.000
Lupulo Fuggle pellet	Bolsas	\$ 22.000	\$ 52.000	\$ 100.000	\$ 190.000	\$ 185.000
Lupulo Mandarina Bavaria pellet	Bolsas	\$ 22.000	\$ 52.000	\$ 100.000	\$ 190.000	\$ 180.000
Lupulo Saaz pellet	Bolsas	\$ 22.000	\$ 52.000	\$ 100.000	\$ 190.000	\$ 185.000
Lupulo Sterling pellet	Bolsas	\$ 22.000	\$ 52.000	\$ 100.000	\$ 190.000	\$ 180.000
Lupulo East Kent Golding pellet	Bolsas	\$ 25.000	\$ 59.000	\$ 115.000	\$ 225.000	\$ 215.000
Lupulo Mosaic pellet	Bolsas	\$ 30.000	\$ 72.000	\$ 140.000	\$ 270.000	\$ 260.000
Lupulo Citra pellet	Bolsas	\$ 32.000	\$ 75.000	\$ 145.000	\$ 280.000	\$ 265.000
Lupulo Simcoe pellet	Bolsas	\$ 32.000	\$ 75.000	\$ 145.000	\$ 280.000	\$ 265.000

LUPULOS YAKIMA CHIEF HOPS		
PRODUCTO	PRESENTACION	454 GR
Lupulo Amarillo pellet	Bolsas	\$ 100.000
Lupulo Cascade pellet	Bolsas	\$ 69.000
Lupulo Centennial pellet	Bolsas	\$ 74.000
Lupulo Loral pellet	Bolsas	\$ 79.000
Lupulo Magnum pellet	Bolsas	\$ 74.000
Lupulo Nugget pellet	Bolsas	\$ 64.000
Lupulo Perle pellet	Bolsas	\$ 84.000

DISTRINES LTDA
CR 50 A 41 B 11 SUR
3134497933 - (1) 8064045
VENTAS@DISTRINES.COM
WWW.DISTRINES.COM



LEVADURAS FERMENTIS			
PRODUCTO	PRESENTACION	11.5 GR	500 GR
Levadura SafAle S-04	Sobres	\$ 14.000	\$ 257.000
Levadura SafAle US-05	Sobres	\$ 14.000	\$ 275.000
Levadura SafAle K-97	Sobres	\$ 14.000	\$ 272.000
Levadura SafAle BE-134	Sobres	\$ 15.000	\$ 300.000
Levadura SafAle BE-256	Sobres	\$ 16.000	\$ 330.000
Levadura SafAle WB-06	Sobres	\$ 15.000	\$ 300.000
Levadura SafAle S-33	Sobres	\$ 13.000	\$ 216.000
Levadura SafAle T-58	Sobres	\$ 13.000	\$ 237.000
Levadura SafAle F2 REFERMENTACION	Sobre 20G	\$ 13.000	
Levadura SafLager S-189 Lager	Sobres	\$ 16.000	
Levadura SafLager W-34/70 Lager	Sobres	\$ 17.000	\$ 395.000
Levadura SafLager S-23 Lager	Sobres	\$ 15.000	\$ 375.000

LEVADURAS ESPECIALES	PRESENTACION	500 GR
Bacteria Saisour LP-652 <i>para cervezas acidas</i>	Sobre 100G	\$ 320.000
Levadura SafAle HA-18 <i>para cervezas de alto grado alcoholico</i>	Sobres	\$ 290.000
Levadura SafAle LA-01 <i>para cervezas sin alcohol</i>	Sobres	\$ 260.000
Levadura SafSpirit HG-1 <i>para hard seltzer</i>	Sobres	\$ 180.000

PRODUCTOS FUNCIONALES FERMENTIS	PRESENTACION	100 GR
Spring'Blanche <i>para una turbidez consistente</i>	Sobres	\$ 70.000

LEVADURAS ENOLOGICAS	PRESENTACION	5 GR	500 GR
Levadura SafCider	Sobres	\$ 8.000	\$ 130.000
Levadura Safoeno VR 44	Sobres		\$ 120.000
Levadura Safoeno BC S103	Sobres		\$ 125.000
Levadura Safoeno CK S102	Sobres		\$ 130.000

NUTRIENTES PARA LEVADURAS		
PRODUCTO	PRESENTACION	SOBRE
Nutriente para levaduras de cerveza Springferm BR-2	25 Gramos	\$ 30.000
Nutriente para levaduras de Vino Springferm Enologico	1 Kilo	\$ 220.000

PRODUCTO	PRESENTACION	500 GR	1000 GR
Nutriente Springferm NAB-3 para Hard Seltzer NUEVO!	Bolsas	\$ 200.000	\$ 380.000

PRODUCTO	PRESENTACION	100 GR	500 GR	1000 GR
Nutriente para levaduras de cerveza Nutribrew	Bolsas	\$ 9.000	\$ 40.000	\$ 75.000

DISTRINES LTDA
CR 50 A 41 B 11 SUR
3134497933 - (1) 8064045
VENTAS@DISTRINES.COM
WWW.DISTRINES.COM