



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**Título**

“Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la  
obtención de cerveza artesanal”

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero  
Agroindustrial**

**Autor:**

Yupangui LLuquilema Jhon Edison

**Tutor:**

Mgs. Edmundo Cabezas Heredia PhD.

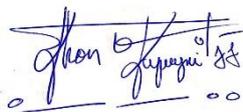
**Riobamba, Ecuador. 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Jhon Edison Yupangui Lluquilema, con cédula de ciudadanía 0603629569, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 12 de diciembre del 2021



---

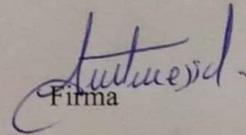
Jhon Yupangui Lluquilema  
C.I: 060362956-9

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal**", con cédula de identidad número **060362956-9**, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

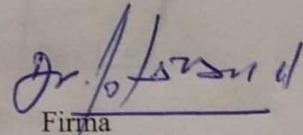
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 11 de mayo de 2022

Dra. Ana Hortencia Mejía López  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Dr. Mario Hernán Salazar Vallejo  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



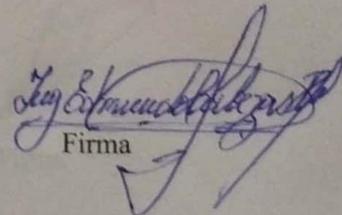
Firma

Mgs. / Diego David Moposita Vásquez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

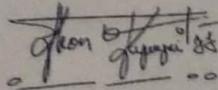


Firma

PhD. Edmundo Bolívar Cabezas Heredia  
TUTOR



Firma



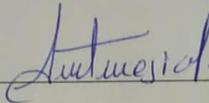
Jhon Edison Yupangui Lluquilema  
C.I: 060362956-9

### CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

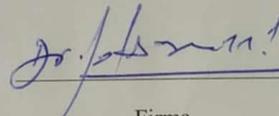
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal", por Jhon Edison Yupangui Lluquilema, con cédula de identidad número 060362956-9, bajo la tutoría de Mgs. Edmundo Cabezas Heredia PhD.; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 11 de mayo de 2022

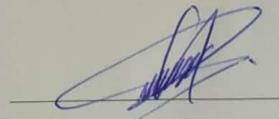
Dra. Ana Hortencia Mejía López  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

  
Firma

Dr. Mario Hernán Salazar Vallejo  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

  
Firma

Mgs. / Diego David Moposita Vásquez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

  
Firma

## CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-02.20  
VERSIÓN 02: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **YUPANGUI LLUQUILEMA JHON EDISON** con CC: **060362956-9**, estudiante de la Carrera de **INGENIERIA, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal**", cumple con el **9%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 12 de diciembre de 2021



Firmado electrónicamente por:  
**EDMUNDO BOLIVAR  
CABEZAS HEREDIA**

---

Mgs. Edmundo Cabezas PhD.  
**TUTOR (A)**

## **DEDICATORIA**

Existen muchas personas que me han apoyado de varias maneras forma en este camino que me ha costado sudor, sangre, lágrimas y también alegrías lo menos que puedo es dedicarles unas cuantas palabras en conmemoración a las experiencias buenas y malas de las se hicieron de trabajo colaborativo con compañeros, amigos y familiares.

Se lo dedico a todas las personas que me escucharon, me apoyaron y me aconsejaron en cada palabra de aliento, va para aquellos seres que me he topado en este camino de un solo fin. A mis padres que con su amor trabajo y sacrificio supieron hacer una persona de bien me guiaron y aconsejaron en todo este tiempo y aun lo hacen, a mis hermanos que compartimos pequeños momentos, pero muy gratos sin olvidarme de ti Sofía, hija mía que con tu existencia me haces feliz.

De manera especial a los docentes de la universidad nacional de Chimborazo que nos han formado como excelentes profesionales y seres humanos aportando con sus experiencias y conocimientos quienes han hecho posible este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo va agradecido a ese ser celestial que transita arriba, bendiciéndome y cuidándome en todo mi camino proporcionándome fuerzas para continuar con sus planes y mis metas.

A mi padre por inculcarme en toda mi vida que el mejor conocimiento que podemos adquirir es aquel que nosotros mismo aprendemos, que con trabajo y esfuerzo podemos lograr todo lo que nos proponemos, a mi madre que me ha enseñado que a pesar de ser capaces de realizar todo por nosotros mismos siempre vamos a necesitar un empujón grande o pequeño de nuestros amigos, compañeros, familiares, vecinos, colegas y porque no hasta aquellas entidades cósmicas que no entendemos del todo pero están ahí ayudándonos cada día.

Agradezco a todos en conjunto pues me es imposible nombrarlos a todos ustedes, me hicieron ver lo hermoso de la vida sin importar lo risible de la situación, cada uno de ustedes están en mi corazón, entre tantas palabras expreso mi gratitud a la vida por darme y quitarme, eso me ha enseñado lo que realmente es vivir.

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| <b>DERECHOS DE AUTORÍA .....</b>                                 |    |
| <b>DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL .....</b> |    |
| CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....                   |    |
| <b>CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....</b>                              |    |
| DEDICATORIA.....   |    |
| AGRADECIMIENTO .....   |    |
| ÍNDICE GENERAL .....   |    |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  |    |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                                    |    |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   |    |
| RESUMEN.....   |    |
| CAPÍTULO I.....  | 20 |
| 1.INTRODUCCIÓN .....   | 20 |
| 1.1. Planteamiento del problema .....                            | 21 |
| 1.2. Formulación del problema.....                               | 22 |
| 1.3. Justificación.....  | 22 |
| 1.4. Objetivos .....   | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 1.4.1 Objetivo general .....                  | 23 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.....              | 23 |
| CAPÍTULO II.....                              | 24 |
| 2.MARCO TEORICO.....                          | 24 |
| 2.1 Cerveza.....                              | 24 |
| 2.1.1 Cerveza artesanal .....                 | 24 |
| 2.1.2 Cerveza IPA .....                       | 25 |
| 2.1.3 Cerveza IRISH RED .....                 | 26 |
| 2.1.4 Cerveza BLACK PORTER.....               | 26 |
| 2.1.5 Cerveza PURPLE BEER.....                | 26 |
| 2.2 Historia de la empresa “NEVADA” .....     | 27 |
| 2.3 Proceso de elaboración de la cerveza..... | 28 |
| 2.3.1 Recepción de materia prima.....         | 30 |
| 2.3.2 Agua .....                              | 30 |
| 2.3.3 Malta .....                             | 30 |
| 2.3.4 Maltas base.....                        | 31 |
| 2.3.5 Lúpulo .....                            | 32 |
| 2.3.6 Levadura.....                           | 32 |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.7 Molido.....                                | 33 |
| 2.3.8 Macerado.....                              | 34 |
| 2.3.9 Proteasas.....                             | 34 |
| 2.3.10 Beta-amilasas.....                        | 34 |
| 2.3.11 Alfaamilasas .....                        | 35 |
| 2.3.12 Filtrado .....                            | 35 |
| 2.3.13 Cocción.....                              | 35 |
| 2.3.14 Whirlpool.....                            | 35 |
| 2.4 Fermentación .....                           | 36 |
| 2.4.1 Forma granulada.....                       | 36 |
| 2.4.2 Inoculado con estárter o propagación ..... | 37 |
| 2.4.3 Fermentación Primaria .....                | 37 |
| 2.4.4 Fermentación Secundaria.....               | 37 |
| 2.5 Trasvase y embotellado .....                 | 37 |
| 2.6 Carbonatación y maduración.....              | 37 |
| 2.6.1 Carbonatación en botella.....              | 38 |
| 2.6.2 Presión baja tiempo prolongado.....        | 38 |
| 2.6.3 Presión alta y tiempo breve .....          | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 2.7 Maduración.....                                   | 38 |
| 2.8 Biorreactores .....                               | 39 |
| 2.8.1 Propiedades del biorreactor.....                | 39 |
| 2.8.2 Biorreactor ventajas y desventajas .....        | 41 |
| 2.8.3 Ventajas Escala piloto .....                    | 41 |
| 2.8.4 Desventajas Escala piloto.....                  | 41 |
| 2.9 Acero inoxidable .....                            | 42 |
| 2.9.1 Aplicaciones de acero inoxidable.....           | 42 |
| 2.9.2 Ficha técnica de acero inoxidable 304 316 ..... | 44 |
| 3.METODOLOGÍA .....                                   | 45 |
| 3.1. Diseño de investigación.....                     | 45 |
| 3.1.1 Unidad de Muestra estadística .....             | 45 |
| 3.1.2 Métodos de investigación.....                   | 46 |
| 3.1.3 Método deductivo.....                           | 46 |
| 3.1.4 Método Experimental.....                        | 46 |
| 3.2 Técnicas de recolección de datos .....            | 46 |
| 3.2.1 Entrevista.....                                 | 46 |
| 3.2.2 Investigación de campo.....                     | 47 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 Métodos .....  | 47 |
| 3.3.1 Método empírico y científico. ....                       | 48 |
| 3.4 Técnicas .....   | 48 |
| 3.5 Planteamiento de Hipótesis .....                           | 49 |
| 3.5.1 Hipótesis 1.....   | 49 |
| 3.5.2 Hipótesis 2.....   | 49 |
| CAPÍTULO III .....   | 50 |
| 4.Resultados y Discusión .....                                 | 50 |
| 4.1 Arquitectura.....  | 50 |
| 4.1.1 Requerimientos en la empresa. ....                       | 50 |
| 4.1.2 Capacidad de trabajo .....                               | 51 |
| 4.1.3 Ubicación de orificios del fermentador.....              | 51 |
| 4.1.4 Configuración de trabajo del fermentador. ....           | 51 |
| 4.1.5 Descripción y funcionamiento del prototipo diseñado..... | 52 |
| 4.2 Etapas de fabricación del equipo .....                     | 52 |
| 4.3. Materiales de construcción .....                          | 54 |
| 4.4. Proceso simplificado de fabricación.....                  | 54 |
| 4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....              | 56 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.3.1 Análisis estadísticos del Pre Test .....                               | 56  |
| 4.3.1 Análisis estadísticos del Pos Test.....                                | 59  |
| 4.3.2 Lenguaje Usual.....  | 63  |
| 4.3.1 Toma de decisión .....   | 64  |
| 4.4 Recursos utilizados.....   | 65  |
| CAPÍTULO IV .....  | 69  |
| 5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 69  |
| 5.1. Conclusiones .....  | 69  |
| 5.2. Recomendaciones.....  | 69  |
| 6.BIBLIOGRAFIA.....  | 71  |
| CAPÍTULO V .....   | 73  |
| ANEXOS .....   | 73  |
| Anexo 1: Oficio de colaboración de la empresa.....                           | 74  |
| Anexo 2: Oficio de aceptación de la empresa .....                            | 75  |
| Anexo 3: Cálculos de medidas y volumen del equipo.....                       | 76  |
| Anexo 4: Diagrama básico del proceso de obtención de cerveza.....            | 82  |
| Anexo 5: Manual de mantenimiento, funcionamiento y seguridad del equipo..... | 83  |
| Anexo 6: Hoja de control de la cerveza.....                                  | 100 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 7: Ficha estándar Black Porter .....  | 101 |
| Anexo 8: Prueba de permeabilidad del equipo .....                                 | 102 |
| Anexo 9: Informe 1 de Elaboración de cerveza .....                                | 104 |
| Anexo 10: Informe prueba 2 Elaboración de cerveza .....                           | 106 |
| Anexo 11: Ficha de control para Elaboración de cerveza “Black Porter” .....       | 108 |
| Anexo 12: Entrevista inicial para el desarrollo del prototipo de la máquina. .... | 111 |
| Anexo 13: Entrevista final para el desarrollo del prototipo de la máquina. ....   | 114 |
| Anexo 14: Puntos de control de cerveza. ....                                      | 116 |
| Anexo 16: Plano del Equipo de fermentación. ....                                  | 118 |
| Anexo 17: Proformas .....   | 122 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Tipo de biorreactor. ....                                     | 39 |
| <b>Tabla 2:</b> Producción y consumo de aceros inoxidable del año 1995 ..... | 42 |
| <b>Tabla 3:</b> Requerimientos del biorreactor .....                         | 50 |
| <b>Tabla 4:</b> Proceso simplificado de fabricación.....                     | 54 |
| <b>Tabla 5:</b> Operación y símbolo de construcción .....                    | 56 |
| <b>Tabla 6:</b> Pregunta 1 .....   | 57 |
| <b>Tabla 7:</b> Pregunta 2.....  | 58 |
| <b>Tabla 8:</b> Pregunta 1 Pos tes.....                                      | 60 |
| <b>Tabla 9:</b> Pregunta 2 Post test .....                                   | 61 |
| <b>Tabla 10:</b> Pregunta 1 comprobación.....                                | 62 |
| <b>Tabla 11:</b> Pregunta 2 comprobación .....                               | 62 |
| <b>Tabla 12:</b> Materiales utilizados en el equipo.....                     | 65 |
| <b>Tabla 13:</b> Componentes utilizados .....                                | 66 |
| <b>Tabla 14:</b> Materiales de oficina .....                                 | 66 |
| <b>Tabla 15:</b> Recursos administrativos.....                               | 67 |
| <b>Tabla 16:</b> Mano de obra utilizada.....                                 | 67 |
| <b>Tabla 17:</b> Recursos humanos .....                                      | 68 |
| <b>Tabla 18:</b> Suma de valores invertidos.....                             | 68 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| <b>Ilustración 1</b> Cerveza artesanal Color morada .....                            | 27 |
| <b>Ilustración 2</b> Diagrama de Flujo sobre la producción de cerveza artesanal..... | 29 |
| <b>Ilustración 3</b> Proceso de producción de cerveza artesanal.....                 | 36 |
| <b>Ilustración 4</b> Ficha técnica de Aceros Inoxidables.....                        | 44 |
| <b>Ilustración 5</b> Diagrama de Fabricación por etapa. ....                         | 53 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1</b> Pregunta 1 .....           | 58 |
| <b>Gráfico 2</b> Pregunta 2 .....           | 59 |
| <b>Gráfico 3</b> Pregunta 1 Pos test .....  | 60 |
| <b>Gráfico 4</b> Pregunta 2 Post test ..... | 61 |

## RESUMEN

Se realizó una investigación bibliográfica y de campo para determinar las partes necesarias en el fermentador, además de determinar la funcionalidad de este, es por ello que como objetivo principal del mismo es el diseño e implementación de un prototipo de un fermentador para la elaboración de la cerveza artesanal que se realizó PYMES “NEVADA”, como alternativa para la implementación Semiindustrial. Se realizó una entrevista al gerente de cervecería “NEVADA” con el cual se determinó que la metodología del proyecto abarque el método deductivo y el método experimental que permitió caracterizar al equipo óptimo en la empresa. Para desarrollar el fermentador “Biorreactor” se construyó un recipiente hermético de 75L en estructura metálica inoxidable de dimensiones de 1.5 metros de alto y 0.6 metros de diámetro, estas características están preestablecidas en la ficha técnica de la planta mediante la guía BJCP. Se realizó cerveza tipo “Black Porter” con características equivalentes a las que debe cumplir en el proceso de producción en la planta para demostrar su funcionalidad. Con los elementos seleccionados en la investigación se construyó el equipo y con ayuda de los diagramas de procesos se logró obtener una cerveza alineada a los parámetros de la empresa garantizando la función del equipo, se entregó el manual de uso, mantenimiento y limpieza para mantener en buen estado el equipo. Se recomienda utilizar técnicas de investigación para satisfacer las necesidades de la empresa, el cumplir con todas las normas de seguridad y el correcto uso del equipo de protección en cada proceso.

**Palabras Clave:** Biorreactor, Equipo de fermentación, Acero inoxidable, Black Porter, Manual, diseño experimental.

## Abstract

A bibliographical and field study was carried out to determine the necessary components or tools that a fermenter must have, in addition to discerning its functionality, which is why its main objective is the design and implementation of a fermenter prototype for the elaboration of craft beer that was carried out in conjunction with the "NEVADA" brewery company, an SME. This was designed as an alternative to the semi-industrial process. An interview was conducted with the manager of the "NEVADA" brewery, with which it was determined that the project methodology would involve a deductive and experimental method that allowed to characterize an optimal team at the company. To develop the "Bioreactor" fermenter, a 75L airtight container was built in a stainless metal structure with the dimensions of 1.5 meters high and 0.6 meters in diameter; these specifications are pre-established in the technical data sheet of the plant through the BJCP guidelines. The "Black Porter" dark beer was made with characteristics equivalent to those that must be met in the normal production process at the plant to determine its functionality. With the elements selected in the investigation, the equipment was built. With the help of the process diagrams, it was possible to obtain a beer aligned with the company's parameters, guaranteeing the function of the equipment. The manual for its use, maintenance, and cleaning was delivered to keep the equipment in good condition. It is recommended to use research techniques to meet its needs and comply with all safety regulations. The correct use of personal safety equipment helps us avoid accidents in each process.

Keywords: bioreactor, fermentation equipment, stainless steel, black porter, manual, experimental design.



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA FERNANDA  
PONCE MARCILLO**

Reviewed by:

Mgs. Maria Fernanda Ponce  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0603818188

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El interés al realizar el diseño del prototipo de un fermentador en conjunto con la PYMES cervecera “NEVADA”, donde se aplican los conocimientos a lo largo de la carrera de un tema en específico, el cual es la fermentación. Al hablar de fermentación hay diferentes productos relacionados a una fermentación alcohólica, en este caso la cerveza artesanal.

La cerveza, el vino y el aguamiel es considerada una de las bebidas más antiguas existiendo evidencias de hace 4000 años A.C. en culturas como la Mesopotamia. Este tipo de bebida es obtenida a través de un proceso natural de fermentación. Según (Fonseca V. , 2007), menciona que posiblemente al dejar el pan olvidado a la intemperie; la humedad y la flora bacteriana provocó una fermentación natural y al recogerlo, se observó que el pan había segregado un líquido que le supo tan bien, que sucesivamente se trató de reproducir el proceso alcohólico de un extracto a base de cebada malteada, actualmente las materias primas principales empleadas para su producción son: la cebada malteada, agua, levadura y lúpulo.

La cerveza es considerada una de las bebidas más antiguas, obtenida a través de un proceso natural de fermentación alcohólica de un extracto a base de cebada malteada, las materias primas empleadas para su producción son cuatro, las cuales son: la cebada malteada, agua que comprende su 95%, levadura y lúpulo. Actualmente en algunas cervezas artesanales o industriales para su producción emplean otras fuentes de carbohidratos en especial cereales no malteados como el arroz, trigo, maíz, entre otros; o la adición de antioxidantes y estabilizantes de espuma. (Arriola & Tapia, 2017).

Según historiadores mencionados en (Ecuador, 2014), hacen referencia a que Fray Francisco Jodoco Rique en Ecuador la industria cervecera se remonta al año 1566 donde se produjo la primera cerveza en Latinoamérica en el convento de San Francisco, convirtiéndose en la favorita de los quiteños.

En Ecuador se conoce a la Cervecería Nacional como la empresa líder de producción de la cerveza Pilsener. Desde el 2014, la capacidad de producción de la CN es extraordinario ya que supera los 4'000.000 de hectolitros anuales (CN, 2014). En base a lo antes mencionado los emprendimientos con capacidades menores sufren en relación con la venta de cerveza, pero por ser cerveza artesanal la ciudadanía diferencia de manera instantánea y la compara con otras marcas nacionales e internacionales debido a su sabor, entre otras características.

Las cervecerías artesanales utilizan equipos caseros de materiales útiles, pero poco prácticos en su uso, mantenimiento y limpieza, mediante este proyecto se pretende desarrollar un equipo de fermentación aplicando conocimientos teóricos y prácticos reduciendo el costo de elaboración del equipo base en caso de industrialización.

### ***1.1. Planteamiento del problema***

El presente proyecto de investigación se realizó con la idea de incentivar y desarrollar conocimientos detallados de equipos con sus respectivas funciones. Y así, con este proyecto se puede proyectar a realizarse en emprendimientos propios de la zona mediante un empuje de conocimiento industrial, dado que pequeñas y medianas empresas han desaparecido en la ciudad, y sectores como el parque industrial va disminuyendo su desarrollo comercial e industrial.

En el mercado existen equipos de fermentación de tipo industrial presentando una escasa preferencia a necesidades de pequeñas industrias, el costo de este equipo es demasiado alto y el volumen con los que se trabajan es imposible de producir en una cervecería tipo artesanal. Por lo que este proyecto permite desarrollar y detallar un equipo de fermentación con componentes esenciales, poniéndolo a prueba en la planta de producción de cerveza artesanal “NEVADA” y así, pueda replicarse a mayor o menor escala, brindando un empuje a pequeñas y medianas empresas en la ciudad.

### ***1.2. Formulación del problema***

¿Cómo el diseño y producción del fermentador prototipo ayuda en el desarrollo de cerveza artesanal en la pequeña empresa cervecera “NEVADA”?

### ***1.3. Justificación***

Mediante la creciente exigencia para desarrollar emprendimientos propios del sector sierra de Ecuador, ha ocurrido una expansión hacia la elaboración de cervezas artesanales como alternativa para aprovechar la materia prima propia de la zona con el uso de ingredientes naturales, recetas personalizadas, procesos de fermentación caseros y diferentes tipos de materia prima. Se trata de una industria que tiene un crecimiento y desarrollo continuo.

La realización de este proyecto permite evaluar las necesidades de los pequeños productores elaborando un equipo con propiedades industriales a menor costo satisfaciendo las necesidades y requerimientos del artesano al momento de producir la cerveza cumpliendo con los parámetros de asepsia y calidad requeridos en la industria alimenticia.

#### ***1.4. Objetivos***

##### ***1.4.1 Objetivo general***

Diseñar e implementar un prototipo de fermentador en la elaboración de cerveza tipo artesanal como alternativa de equipo para la industria.

##### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Seleccionar elementos y materiales del equipo fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal.
- Construir el prototipo de fermentación en base a normativas aprobadas de la industria alimenticia y mediante diagramas de proceso reestructurar la producción de una cerveza artesanal de mayor calidad.
- Elaborar un manual de operación, mantenimiento y limpieza para el correcto uso del equipo de fermentación en la planta de la PYMES cervecera “NEVADA”.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1 *Cerveza*

La cerveza es una bebida alcohólica consumida durante miles de años se puede decir actualmente que es toda bebida fermentada a base de malta (cebada germinada), lúpulo, agua y levaduras. En algunos países como; Alemania, Noruega, Grecia, Suiza, la ley limita la utilización de los sustratos para la fermentación en cebada malteada y lúpulo, además de la levadura y el agua. En cambio, en otros países es normal que se añadan cereales no malteados (cebada, arroz, maíz, trigo, etc.), refinado de fécula de patata y almíbares derivados de la caña de azúcar, remolacha azucarera o cereales (García, 2013).

##### 2.1.1 *Cerveza artesanal*

En el Ecuador, existen varios entendimientos comunes entre cerveceros para la cerveza artesanal, más no una definición como tal, de manera primordial lo que destaca de este tipo de cervezas de las industriales, son los ingredientes que se utilizan, ejemplo de esto es la utilización de arrocillo en cervecerías industriales, con el fin de reducir costos de producción. En cambio, las cervecerías artesanales no utilizan ningún ingrediente adicional, excepto aquellos que sean para realzar el sabor o darle un aroma especial (Jaramillo, 2012).

Este producto como todo aquel que se ha desarrollado con un cierto grado alcohólico debe ser considerado como una bebida sociable que nos facilite la interacción y socialización más no debe ser considerado como un producto perjudicial abusando de su consumo, generalmente contiene de 3% al 9% de volumen de alcohol existiendo distintos tipos de cervezas.

Las propiedades organolépticas de la cerveza dependen de la forma en que se desarrolle el proceso de fermentación, donde los factores de mayor importancia suelen ser el lúpulo utilizado, las concentraciones iniciales de los azúcares reductores y su variación respecto al tiempo (Bricio, Hernández, & Arcero, 2017).

Hoy en día la cerveza industrial está presente en todas partes siendo más económica y fácil de adquirir. Las personas en la actualidad tienden a desarrollar gustos más exquisitos buscando aromas, sabores colores y sensaciones organolépticas que no se obtienen de las cervezas industriales teniendo en cuenta que en la elaboración de cerveza artesanal tenemos ingredientes naturales sin presencia de aditivos o conservantes llevando a un proceso de elaboración más centrado y específico dependiendo mucho del maestro cervecero obteniendo sabores y aromas característicos de cada productor, esto nos permite tener un amplio mercado para la explotación del desarrollo de la industria cervecera. En la planta de producción de cerveza artesanal nevada tenemos varios tipos de cerveza entre las que más se destaca hasta la fecha de elaboración de este documento son:

### **2.1.2 Cerveza IPA**

Según (Peel, 2017). Responde al acrónimo de India Pale Ale, Ale: es una cerveza de alta fermentación en la que las levaduras que participan en el proceso de transformar los azúcares de las maltas en alcohol flotan en la superficie, en contraste con las cervezas lager en las que el proceso de fermentación es bajo (teniendo lugar en el fondo del líquido). Las características principales de esta cerveza es su amargor y aroma intenso.

Pale: los cereales malteados empleados en la elaboración de esta cerveza son de tipo pale, unas maltas de color claro, que dan lugar a cervezas pálidas, y que se secan a temperaturas relativamente bajas que preservan todas las enzimas del cereal. Hoy en día es una de las maltas más baratas y populares.

India: en aquellos tiempos los marineros debían realizar viajes de más de 300 días, lo que supone un grave problema para la conservación de las cervezas, tanto por el largo viaje como por las extremas temperaturas a las que estaban sometidas. En una época en la que todavía no existía la refrigeración ni la pasteurización, los estilos más tradicionales llegaban a su destino en Madrás, Calcuta o Bombay caducados, agrios y mohosos. ¿La solución? Pues la única que estaba al alcance de los maestros cerveceros de la época: incrementar la graduación alcohólica y añadir un extra de lúpulo para actuar como conservante.

### **2.1.3 Cerveza *IRISH RED***

Para esta cerveza se va a los orígenes irlandeses su principal característica como el nombre lo dice es su color ámbar-rojizo, su sabor es bastante neutral con sabores dulces hacia las maltas, saboreando algunas notas miel, según (Artesana, 2020): El aroma es dulce a grano o caramelo tostado y con muy baja o ninguna presencia de lúpulo teniendo un sabor delicado de cuerpo medio dejando al final de sorbo un sabor amargo que con su grado alcohólico de 3.8 - 5 %, permite una ingesta mayor.

### **2.1.4 Cerveza *BLACK PORTER***

Esta cerveza tiene origen en Inglaterra con un color característico oscuro en este caso negro proveniente de su nombre, viene a pertenecer a la Familia ALE. El nombre viene de “Porters” o puertos mercantiles. Su principal característica es el sabor a maltas tostadas, café, chocolate, canela y otros sabores fuertes.

### **2.1.5 Cerveza *PURPLE BEER***

Esta cerveza tiene el objetivo de ser una marca ecuatoriana su característica es el color morado esto se debe a las maltas que son echas de maíz morado y maltas de cerveza tenemos un grado alcohólico de 7.5%.



**Ilustración 1** Cerveza artesanal Color morada

**Fuente:** Nevada Cervecería (2021)

## **2.2 Historia de la empresa “NEVADA”**

Nevada nace como una afición en el 2016, con el transcurrir del tiempo y adquiriendo más experiencia, en el año 2019 se decide poner el producto en el mercado, asumiendo de esta manera el reto de fabricar un producto de calidad, en un mercado que no les ofrece aquello que buscan, la constante investigación, innovación y conocimiento en la elaboración de cerveza artesanal, les permitió ir más allá de sus propias expectativas. Trabajan con al menos 4 estilos de la mejor cerveza del centro del país, - es momento de que las disfrutes y vivas una experiencia única en tu paladar- Nevada Cervecería (2021).

### **Misión**

Somos una empresa que se dedica a la elaboración de cerveza artesanal buscado ser un producto consumido a nivel regional por brindar un producto que maneja los estándares de calidad y se distinga por su sabor, aroma y color. Deseamos posicionarnos como un producto preferencial para acompañar comidas y momentos placenteros.

## Visión

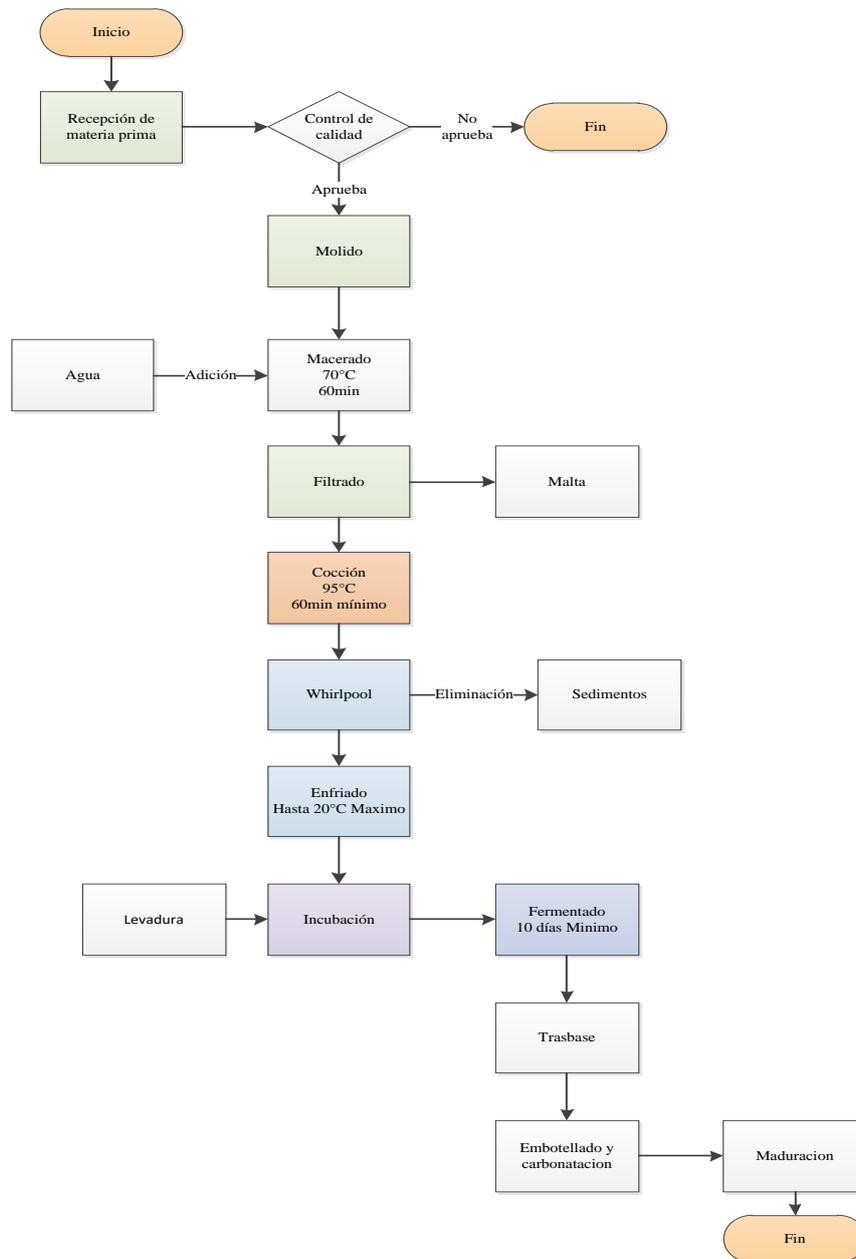
Ser una empresa líder a nivel nacional trabajando con estándares de calidad que tiene como objetivo ser una marca reconocida en el mercado regional de la cerveza artesanal trabajando en la innovación de sabores y aromas para ofrecer a la cultura cervecera nuevos productos.

Aspiran alcanzar una excelente producción en la empresa familiar basándose en el uso de ingredientes naturales y ampliarla oferta de productos a partir de la reutilización de los desperdicios.

### ***2.3 Proceso de elaboración de la cerveza***

En la elaboración de cerveza tipo artesanal los resultados varían por la técnica, ingredientes y porcentaje de alcohol en su proyecto toman procesos definidos por el responsable de producción de cervecería artesanal NEVADA.

## Diagrama de producción



**Ilustración 2** Diagrama de Flujo sobre la producción de cerveza artesanal

**Autor:** NEVADA Cervecería (2021)

### **2.3.1 *Recepción de materia prima***

Ingredientes principales se tiene: agua, cebada, trigo, lúpulo y levadura esto en recetas generales para las recetas de nevada siendo un producto más refinado teniendo Maltas base y maltas especiales.

### **2.3.2 *Agua***

Este es el componente principal utilizado en gran cantidad durante el proceso de elaboración las características es que debe ser incolora y sin sabor, con un pH neutro o menor, microbiológicamente pura.

### **2.3.3 *Malta***

Este es el elemento básico este proporciona carbohidratos y azúcares necesarios durante la fermentación aportando sabor y color característico para las diferentes cervezas. En maltería indudablemente el grano más empleado es la cebada, sin embargo, otros granos pueden ser utilizados con el mismo fin, entre ellos el trigo, centeno y el sorgo, los cuales reciben entonces la denominación de malta de trigo, malta de centeno o malta de sorgo. Esta última es especialmente ventajosa en la preparación de cervezas libres de gluten. El grano de cebada malteada genera amilasas capaces de sacarificar su propio almidón, pero a la vez puede actuar sobre los almidones de otros granos presentes. (González, 2017).

#### 2.3.4 *Maltas base*

Esta es una malta verde considerada una de las más claras utilizando en varias recetas el nivel de sacado de alto llegando a temperaturas mayores de 60°C obteniendo un producto con una humedad del 3% entre las más populares son la pale, pilsner maris y Golden promise.

**Maltas especiales:** Pueden ser derivadas de cebada o no confieren características únicas.

**Malta Ácida:** Posee cantidades de ácido láctico o fosfórico son utilizadas para reducir el pH de los mostos y permitir así la acción de ciertas enzimas proteolíticas y amilolíticas.

**Malta Ahumada:** estas son secadas y tostadas mediante el uso de hornos y quemadores antiguamente la única forma de hacerlo era sobre brasas de madera de haya o de turba obteniendo un aroma característico a ahumado.

**Malta de Dextrina:** Es una malta en la cual el almidón ha sido hidrolizado solo parcialmente, resultando cadenas cortas de glucosa llamadas dextrinas, las cuales no son fermentables y por ende no confiere aroma o sabor alguno a la cerveza. Es útil para mejorar las sensaciones en boca, como la cremosidad de la espuma

**Malta de Centeno:** Confiere un sabor seco, picante, con un color rojizo. Es una malta poco empleada, pero de gran interés en estos últimos años.

**Malta de Trigo:** Se agrega en poca proporción no más del 6 % ayuda en la retención de la espuma

**Cebada Tostada:** Es solo cebada cruda que ha sido tostada a altas temperaturas llamada también cebada negra. No es considerada como malta. A esta se le emplea para

fortalecer el gusto de las stouts y porters. Dando un sabor intenso. Aporta sabores fenólicos y una astringencia moderada.

### **2.3.5 Lúpulo**

Considerado como un condimento para la cerveza en su amargor, aroma y frescura, además de esto ayuda a estabilizar su espuma. La flor de lúpulo está constituida por celulosa, agua, pectinas, proteínas, monosacáridos, desde el punto de vista cervecero las sustancias que nos importa son los aceites esenciales, las resinas y los polifenoles.

Estos vienen comercializados en cilindros pequeños parecidos a croquetas la compresión de este reduce la oxidación de la lupulina y eleva el rendimiento hasta en un 15%. Los pellets son las formas más estables de almacenar el lúpulo.

### **2.3.6 Levadura**

Este es el microorganismo encargado de la fermentación del género (*Saccharomyces*), este digiere los azúcares extraídos y los transforma en alcohol y CO<sub>2</sub>, se tiene variedades de esta especie (*cerevisiae*) utilizados en distintos países. Según (González, 2017) la levadura que produce la cerveza es un hongo microscópico perteneciente al grupo de los ascomicetos (trufas, mohos). Es un organismo unicelular de forma redondeada u ovoide, cuyo diámetro varía entre 5 y 10 micras. Puede formar cadenas o racimos. Su nombre científico es *Saccharomyces cerevisiae* (para algunos *cerevisiae*) y se le utiliza también en la fabricación del pan y del vino. No obstante, otras especies asociadas al género *Saccharomyces* también son empleadas en la fabricación de cervezas.

Como todo organismo vivo necesita factores para producir su desarrollo

**Temperatura:** Para este tipo de levaduras específicas su temperatura va de 15 a 25°C dependiendo de su ficha técnica.

**Concentración de azúcar (Tolerancia osmótica):** Su tolerancia alcanza hasta el 40% de concentración existen otras que soportan concentraciones más elevadas y son nombradas como osmofilas.

**Concentración de alcohol:** en el género *saccharomyces* el etanol (alcohol) es un producto que inhibe su desarrollo para cervezas artesanales tenemos un nivel de alcance máximo de 14% de alcohol

**Potencial de Hidrogeno (pH):** Nuestras levaduras al ser ácido tolerantes tenemos un rango de 3.5 a 5.5 en el cual pueden desarrollarse otorgando una acción protectora antiséptica frente a otros organismos que soportan este nivel de pH.

**Oxígeno:** Estas levaduras son adaptativas, lo que nos indica que pueden fermentar en condiciones normales al inicio tenemos una actividad dirigida a la creación de biomasa por reproducción asexual. En la fase media y tardía el CO<sub>2</sub> desplaza casi por completo al oxígeno incrementándose la producción de alcohol iniciando una reproducción sexual de la formación de esporas.

**Nutrientes:** la obtención de alcohol proviene de la glucosa, fructosa, sacarosa (glucosa + fructosa) y maltosa (glucosa + glucosa). En los mostos de cerveza abundan muchísimas vitaminas a excepción de la tiamina que se le suele agregar 0.6 gramos por litro.

### **2.3.7 Molido**

Este proceso se lo realiza con ayuda de un molino no es para triturarlo convirtiendo en harina más bien para reducir su tamaño. En este punto se evita el malteado, germinación, secado y tostado debido a que la adquisición de estas maltas ya viene preparada y listas para la implementación en la producción de cerveza este proceso se realiza para homogenizar y mezclar los distintos tipos de maltas de acuerdo con el lote que vamos a producir.

### **2.3.8 Macerado**

Consiste en someter una mezcla de agua y granos a una temperatura determinada y durante un tiempo específico para lograr que las enzimas de la malta (diastasas) actúen sobre los cereales y adjuntos no malteados transformando su almidón en azúcar con este proceso queremos activar las enzimas que degradan las proteínas de alto peso molecular —como son las proteasas— a aminoácidos y oligopéptidos. Ello permite obtener una cerveza más transparente y una mejor retención de la espuma.

Se inicia con la mezcla de cereales y malta y ya triturados en balance general según (González, 2017) va 20% malta y 80% cereales, de agua son 6 litros por cada kilo de granos continuando con 2 procesos.

**Maceración simple:** se lleva a una temperatura de (65 a 68)°C durante una hora, posteriormente filtrando el grano obteniendo un mosto.

**Maceración escalonada:** realizan la maceración en varias etapas, a través de las cuales someten la mezcla a rangos de temperaturas específicos para activar así de manera selectiva las diversas enzimas involucradas en el proceso esto depende del tipo de enzimas a utilizar.

### **2.3.9 Proteasas**

Ejerce su mayor acción dentro del rango (45 a 57)°C. Se recomienda mantener esta temperatura por unos 15 o 30 minutos. De esta manera se rompen las grandes cadenas de proteínas que producen turbiedad y se libera nitrógeno asimilable por la levadura.

### **2.3.10 Beta-amilasas**

Con un óptimo de temperatura entre (60 y 65)°C, degrada las cadenas de almidón secuencialmente desde sus extremos libres hasta los puntos de ramificación. En el proceso

se liberan grandes cantidades de moléculas de azúcar fermentable (maltosa). El tiempo recomendado para la acción de las beta-amilasas es de aproximadamente 30 minutos.

### ***2.3.11 Alfa amilasas***

Rompe al azar cadenas interiores de la molécula de almidón. No es altamente productora de azúcares fermentables, pero sí contribuye con la beta-amilasa produciendo nuevos puntos para que ésta ejerza su acción. Posee una temperatura óptima de (67 a 75)°C, y requiere un tiempo de acción entre 45 y 60 minutos.

### ***2.3.12 Filtrado***

Con la ayuda de la malla de filtrado se retira cualquier material orgánico que sea su maza densa a la mezcla. Para su siguiente procesamiento.

### ***2.3.13 Cocción***

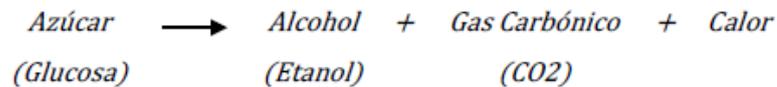
En este proceso se realiza la esterilización acentuando el color y coagulando las proteínas que dura aproximadamente una hora o más, si solo se usa lúpulo para amargar, este se debe agregarse al inicio, pero si además se usa para aromatizar es recomendable proceder con el 50 % del amargo al inicio y el 50 % del aromático cinco minutos antes de terminar la cocción.

### ***2.3.14 Whirlpool***

Terminada la cocción se tiene un líquido a 100 °C que debe ser llevado a una temperatura entre 25 y 30 °C para que las levaduras puedan actuar. El proceso de Whirlpool debe ser rápido para evitar el ingreso de microorganismos contaminantes para esto formamos un torbellino en la olla de cocción concentrando las partículas más gruesas en el medio del torbellino.

## 2.4 Fermentación

Según (González, 2017, p.121) los químicos han calculado que por cada 100 gramos de glucosa se pueden obtener, en teoría, 51.1 gramos de etanol (64.8 mililitros) y 48.9 gramos de CO<sub>2</sub>. En la práctica, sin embargo, estas cantidades pueden resultar alrededor de un 5% menor debido a la ineficiencia del proceso. La fermentación requiere aproximadamente entre 7 y 10 días y debe ser realizada a una baja temperatura relativa que ronda los 20 °C, en un ambiente fresco. Por supuesto, este rango de temperaturas varía claramente en función de la levadura empleada, del estilo y del tipo de cerveza que se desea elaborar. Cuando ya no hay un evidente desprendimiento de gas puede considerarse que ha culminado el proceso.



**Ilustración 3** Proceso de producción de cerveza artesanal

**Fuente:** (González, 2017)

El cálculo para agregar la levadura depende del tipo de levadura características de la cerveza y cantidades establecidas por el maestro cervecero según la presentación del fermento tenemos varias formas para incorporar al mosto.

### 2.4.1 Forma granulada

La técnica de agregado directo de la levadura granulada al mosto ofrece, en general, buenos resultados por lo que se ha difundido ampliamente entre los cerveceros caseros debido a su simplicidad.

#### ***2.4.2 Inoculado con estárter o propagación***

Un pequeño cultivo de levaduras que el cervecero utiliza para comenzar una serie de réplicas seriadas, hasta alcanzar el número adecuado de células necesarias para añadir al mosto este método hace obligatorio la utilización de un área específica para realizar las réplicas manteniendo los niveles de inocuidad que necesita mantener.

#### ***2.4.3 Fermentación Primaria***

La fermentación primaria se produce con la levadura los días subsiguientes a la inoculación. Durante este proceso la mayoría de los azúcares son transformados en alcohol y gas carbónico representado por un burbujeo.

#### ***2.4.4 Fermentación Secundaria***

Mediante la decantación se extrae una parte del pozo de levaduras siendo innecesario debido a al haberse agotado los azúcares del mosto en la fermentación primaria, es poco lo que la levadura puede metabolizar dependiendo mucho del proceso de cada producción.

### ***2.5 Traspase y embotellado***

Antes de proceder al traspase podemos llevar una clarificación esto principalmente se puede dar por:

- Presencia de materia vegetal y levaduras empleadas normalmente en el proceso de fabricación
- Condensación de proteínas provenientes de la malta.
- Microorganismos contaminantes.

### ***2.6 Carbonatación y maduración***

Para este monto el gas producido por la fermentación se ha evaporado trasvasando a los envases de acero inoxidable para una maduración de la cerveza.

### ***2.6.1 Carbonatación en botella***

También llamada carbonatación forzada. Consiste en disolver el gas carbónico, proveniente de un cilindro dispensador a alta presión y la cerveza en la botella directamente.

El equipo de carbonatación del fabricante artesanal consiste fundamentalmente del reservorio de cerveza, un cilindro que provee el gas carbónico y un regulador de presión. Al estar el CO<sub>2</sub> del cilindro a una altísima presión su paso hacia el tanque de carbonatación se realiza de manera forzada disolviéndose en la cerveza con el transcurrir del tiempo. Dicha disolución es un proceso lento y depende tanto de la presión misma como de la temperatura a la que esté la cerveza.

### ***2.6.2 Presión baja tiempo prolongado***

Método más rápido, el riesgo de sobre carbonatar la cerveza es mínimo. Se basa en establecer una presión y una temperatura constantes.

### ***2.6.3 Presión alta y tiempo breve***

Consiste en forzar al máximo la dilución del CO<sub>2</sub> empleando alta presión, lo que acorta notablemente el tiempo empleado en el proceso. Es un método muy útil para aquellos fabricantes impacientes.

## ***2.7 Maduración***

Puede ser realizada a temperatura ambiente o en refrigeración de (2 a 8)°C con una duración de unos 4 a 10 días, en algunos casos hasta meses este proceso es importante debido a que profundiza las características de la cerveza seleccionada.

## 2.8 Biorreactores

La fermentación tiene usos inmemorables desde la producción de pan hasta el cultivo de bacterias como la penicilina existiendo varios métodos de gran importancia tanto industriales como caseros o artesanales, de igual manera teniendo en cuenta equipos propios para obtener un producto de un tipo específico de biorreactor o fermentador.

Según (Ruíz, 2007), son equipos donde se realiza el proceso de cultivo (también comúnmente denominado “fermentador”), sea en estado sólido o líquido. Su diseño debe asegurar homogeneidad entre los componentes del sistema y sus condiciones óptimas para el crecimiento microbiano y la obtención del producto deseado.

### 2.8.1 Propiedades del biorreactor

Estos también son conocidos como tanques fermentadores diseñados para mantener un medio de cultivo óptimo en el cual proliferan los microorganismos debiendo cumplir con características propias como:

**Tabla 1** Tipo de biorreactor.

| <b>Tipo de Biorreactor</b>           | <b>Característica</b>  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Reactor discontinuo</b>           | Es aquel en donde no entra ni sale material durante la reacción, sino más bien, al inicio del proceso se introducen los materiales, se lleva a las condiciones de presión y temperatura requeridas, y se deja reaccionar por un tiempo preestablecido, luego se descargan los productos de la reacción y los reactantes no convertidos. También es conocido como reactor tipo Batch. |
| <b>Reactor continuo</b>              | Mientras tiene lugar la reacción química al interior del reactor, éste se alimenta constantemente de material reactante, y también se retira ininterrumpidamente los productos de la reacción.   |
| <b>Reactor semicontinuo</b>          | Es aquel en el cual inicialmente se carga de material todo el reactor, y a medida que tiene lugar la reacción, se va retirando productos y también incorporando más material de manera casi continua.  |
| <b>Reactor tubular</b>               | En general es cualquier reactor de operación continua, con movimiento constante de uno o todos los reactivos en una dirección espacial seleccionada, y en el cual no se hace ningún intento por inducir al mezclado. Tienen forma de tubos, los reactivos entran por un extremo y salen por el otro.   |
| <b>Tanque con agitación continua</b> | Este reactor consiste en un tanque donde hay un flujo continuo de material reaccionante y desde el cual sale continuamente el material que ha  |

| Tipo de Biorreactor                       | Característica   |
|---|--|
|   | reaccionado. La agitación del contenido es esencial, debido a que el flujo interior debe estar en constante circulación y así producir una mezcla uniforme.  |
| <b>Reactor de lecho fluidizado</b>        | Se utiliza para reacciones donde intervengan un sólido y un fluido (generalmente un gas). En estos reactores la corriente de gas se hace pasar a través de las partículas sólidas, a una velocidad suficiente para suspenderlas, con el movimiento rápido de partículas se obtiene un alto grado de uniformidad en la temperatura evitando la formación de zonas calientes.                                      |
| <b>Reactor de lecho fijo</b>              | Los reactores de lecho fijo consisten en uno o más tubos empacados con partículas de catalizador, que operan en posición vertical. Las partículas catalíticas pueden variar de tamaño y forma: granulares, cilíndricas, esféricas, etc. En algunos casos, especialmente con catalizadores metálicos como el platino, no se emplean partículas de metal, sino que éste se presenta en forma de mallas de alambre. |
| <b>Reactor de lecho con escurrimiento</b> | En estos reactores el catalizador sólido está presente como en el lecho fijo. Los reactivos se hacen pasar en corrientes paralelas o a contracorriente a través del lecho.   |
| <b>Reactor de burbujas</b>                | Permiten hacer burbujear un reactivo gaseoso a través de un líquido con el que puede reaccionar, porque el líquido contiene un catalizador disuelto, no volátil u otro reactivo. El producto se puede sacar del reactor en la corriente gaseosa.   |
| <b>Reactor de mezcla perfecta</b>         | En este reactor las propiedades no se modifican ni con el tiempo ni con la posición, ya que suponemos que estamos trabajando en estado de flujo estacionario y la mezcla de reacción es completamente uniforme. El tiempo de mezcla tiene que ser muy pequeño en comparación con el tiempo de permanencia en el reactor.   |
| <b>Reactores de recirculación</b>         | Pueden ser CON DISPOSITIVO SEPARADOR, cuando se toma parte de la corriente de salida y se llevan directamente a la entrada del reactor. SIN DISPOSITIVO SEPARADOR, cuando en la salida del reactor colocamos un dispositivo separador que hace que se separen reactivos y productos, luego los reactivos se recirculan de nuevo al reactor.  |
| <b>Reactores de membrana</b>              | Son aquellos que combinan la reacción y la separación en una sola unidad; la membrana selectivamente remueve una (o más) de las especies reactantes o productos. Estos reactores han sido comúnmente usados para aplicaciones en las cuales los rendimientos de la reacción están limitados por el equilibrio.   |
| <b>Fermentador</b>                        | Este tipo de reactores utilizan hongos, los cuales forman un cultivo, el cual a su vez se transforma en una sopa espesa que contiene crecimientos filamentosos. Un ejemplo se encuentra en la fabricación de antibióticos como la penicilina.  |
| <b>Reactor trickle bed</b>                | Este tipo de reactor supone la existencia de un flujo continuo de gas y otro de líquido hacia abajo sobre un lecho fijo de partículas sólidas catalíticas, las características de las partículas sólidas y de su empaquetamiento, junto con los caudales y propiedades de las dos corrientes de fluidos determinarán el régimen de flujo del reactor y también sus propiedades fluidodinámicas.                  |

**Fuente:** (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S, 2021)

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

El tanque debe diseñarse para que funcione libre de infección durante todo el proceso de producción de la cerveza.

- El consumo de energía debe ser mínimo.
- Fácil limpieza y fácil uso.
- Componentes de control y medición.

Los biorreactores más utilizados a nivel industrial están provistos de mecanismos de agitación, dispersión y aireación, así como de sistemas para el control de la temperatura y pH. Deben ser optimizados para obtener la máxima concentración de productos de la fermentación, como lo son; la biomasa microbiana y/o metabolitos en un tiempo mínimo y a menor costo de producción.

### ***2.8.2 Biorreactor ventajas y desventajas***

#### ***2.8.3 Ventajas Escala piloto***

- Equipo compacto
- Consumo de poca energía casi nula
- Mejor control de parámetros básicos

#### ***2.8.4 Desventajas Escala piloto***

- Poca automatización en el equipo.
- Costos financieros durante la fase de prueba.
- Reformulación del equipo
- Acero inoxidable

## 2.9 Acero inoxidable

Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, cromo, carbono, níquel, molibdeno, manganeso, silicio, titanio y otros. Siendo resistente al efecto corrosivo al medio ambiente, vapor, agua y ácidos y aplicaciones industriales, este metal se encuentra como los más básicos utilizados en la industria alimentaria fabricados en diferentes presentaciones, tamaño, mili metraje y desde tubos, varillas, planchas o rollos de tol.

Este acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo utilizado mayormente como materiales para fabricación de equipos.

**Tabla 2:** Producción y consumo de aceros inoxidables del año 1995

| <b>Producción aceros inoxidables<br/>(colado)</b> |            |       | <b>Consumo aparente<br/>(Productos acabados de acería)</b> |       |
|---|------------|-------|--|-------|
|   | Ton x 1000 | %     | Ton x 1000   | %     |
| Europa Occ  | 6547       | 42.0  | 3939   | 32.3  |
| Japón   | 3922       | 25.1  | 2045   | 16.7  |
| U.S.A.  | 2055       | 13.2  | 2014   | 16.5  |
| CIS (URSS)  | 200        | 1.3   | 162  | 1.3   |
| Europa Oriental                                   | 40         | 0.3   | 120  | 1.0   |
| China   | 380        | 2.4   | 717  | 5.9   |
| Otros   | 2452       | 15.7  | 3214   | 26.3  |
|   | 15596      | 100.0 | 12211  | 100.0 |

**Fuente:** Adaptado de Bustos (2016)  
**Elaborado por:** Yupangui J. (2021)

### 2.9.1 Aplicaciones de acero inoxidable

Se usa principalmente en:

- Industrias alimenticias.
- Cervecería, azucarera.
- Utensilios domésticos.

- Industria del cuero.
- Farmacéutica.
- Industria dental.
- Construcción de colectores de escape.
- Piezas de hornos.
- Intercambiadores de calor.
- Piezas de motores a reacción.
- Equipos farmacéuticos y fotográficos.
- Piezas de válvulas y bombas.
- Equipos de procesamiento químico.
- Tanques.
- Evaporadores.
- Equipos de procesamiento de pulpa, papel y textiles.

## 2.9.2 Ficha técnica de acero inoxidable 304 316

| TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE |  |  | SERIE 300   |   |                 |
|--|--|--|---|---|-----------------|
|  |  |  | Acero al Cromo - Níquel   | Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno   |                 |
| DESIGNACIÓN  | TIPO AISI  |  | <b>304</b>  | <b>316</b>  |                 |
|  | COMPOSICIÓN QUÍMICA  |  | C ≤ 0.08%*<br>Si ≤ 1.00%<br>Mn ≤ 2.00%<br>Cr 18% - 20%*<br>Ni 8% - 10.5%* | C ≤ 0.08%*<br>Si ≤ 1.00%<br>Mn ≤ 2.00%<br>Cr 16% - 18%*<br>Ni 10% - 14%*<br>Mo 2% - 2.5%* |                 |
| PROPIEDADES FÍSICAS                                    | PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD)                                   | (g/cm <sup>3</sup> )                                     | 7.9   | 7.95 - 7.98   |                 |
|  | MÓDULO DE ELASTICIDAD  | (N/mm <sup>2</sup> )                                     | 193,000   | 193,000   |                 |
|  | ESTRUCTURA   |  | AUSTENÍTICO   | AUSTENÍTICO   |                 |
|  | CALOR ESPECÍFICO A 20C   | (J/kg K)   | 500   | 500   |                 |
|  | CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C                                   | (W/m K)  | 15 / 16   | 15 / 16   |                 |
|  | COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C                                   | (x 10 <sup>-6</sup> C <sup>-1</sup> )                    | 16.0 - 17.30  | 16.02 - 16.5  |                 |
| PROPIEDADES ELÉCTRICAS                                 | INTERVALO DE FUSIÓN  | (C)  | 1398/1454   | 1371/1398   |                 |
|  | PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO                 |  | AMAGNÉTICO  | AMAGNÉTICO  |                 |
| PROPIEDADES ELÉCTRICAS                                 | CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C                           | (µm)   | 0.72 - 0.73   | 0.73 - 0.74   |                 |
|  | DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO                |  | 130/150 / 180/330   | 130/185 / -   |                 |
| PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C                            | DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO               |  | 70HR / 103R   | 70HR / -  |                 |
|  | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO           | Rm (N/mm <sup>2</sup> )                                  | 520 - 720 / 540 - 750   | 540/690 / -   |                 |
|  | ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO                     | Rp (N/mm <sup>2</sup> )                                  | 210 / 230   | 205/410 / -   |                 |
|  | ELONGACIÓN (A <sub>5</sub> ) MIN                                   | (%)  | ≥ 45  |   |                 |
|  | RESILIENCIA KCU / KVL  | (J/cm <sup>2</sup> )                                     | 160 / 180   | 160 / 180   |                 |
|  | PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE                                  | ELASTICIDAD  | RP(0.2) A 300C/400C/500C  | (N/mm <sup>2</sup> )  | 125 / 97 / 93   |
| RP(1) A 300C/400C/500C                                 |  |  | (N/mm <sup>2</sup> )  | 147 / 127 / 107   | 166 / 147 / 127 |
| LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C               |  | σ <sub>0.2</sub> /10 <sup>5</sup> t (N/mm <sup>2</sup> ) | 68 / 42 / 14.5 / 4.9  | 82 / 62 / 20 / 6.5  |                 |
| TRATAMIENT. TÉRMICOS                                   | RECOCIDO COMPLETO  | (C)  | ENFR. RÁPIDO  | ENFR. RÁPIDO  |                 |
|  | RECOCIDO INDUSTRIAL  |  | 1000/1120   | 1000/1120   |                 |
|  | TEMPLADO   |  | NO ES POSIBLE   | NO ES POSIBLE   |                 |
|  | INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL                                 | (C)  | 1200 / 925  | 1200 / 925  |                 |
| OTRAS PROPIEDADES                                      | FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE |  | 925 / 840   | 925 / 840   |                 |
|  | SOLDABILIDAD   |  | MUY BUENA   | MUY BUENA   |                 |
| OTRAS PROPIEDADES                                      | MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112       |  | 45%   | 45%   |                 |
|  | EMBUTICIÓN   |  | MUY BUENA   | BUENA   |                 |

\* Son aceptables tolerancias de un 1%

**Ilustración 4** Ficha técnica de Aceros Inoxidables.

**Autor:** (Steel, s.f.)

### **3. METODOLOGÍA**

#### ***3.1. Diseño de investigación***

El proyecto de diseño y construcción es de tipo cualitativo, ya que se recopila información de datos técnicos sobre el proceso de producción de cerveza artesanal. De modo que se recolecta ciertas mediciones que tienen más influencia en el proceso de: temperatura, tiempos y la producción en diferentes tipos de fermentadores.

Además, es una investigación práctico-descriptiva ya que se investiga sobre el proceso de producción de la cerveza artesanal. Este será un punto clave para conocer la situación del área al que va el equipo de fermentación. Con la finalidad de garantizar un producto con características normadas y aprobadas sin reducir su calidad, reducir los costos y mejorar la calidad del equipo en la planta.

De modo que, con la elaboración de un equipo para la fermentación, también conocida como marmita de fermentación en acero inoxidable. Se toma en cuenta que se debe tener diferentes instrumentos de control, que le permita desarrollar un proceso de fermentación controlada, tanto en materias primas como en parámetros propios, hasta obtener como producto de calidad que sea fácil de conservar manteniendo la asepsia.

##### ***3.1.1 Unidad de Muestra estadística***

Para la siguiente investigación, se tomó en cuenta como población conocida (finita). A la Planta de Nevada Cervecería Artesanal. En la cual se implementará un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal.

### ***3.1.2 Métodos de investigación***

Como se puede observar para la investigación se tomó en cuenta dos métodos conocidos siendo el método deductivo y el método experimental, ya que estos nos permitirán obtener información precisa, que sean de gran utilidad para el mejoramiento del equipo de fermentación

### ***3.1.3 Método deductivo***

Este método hace referencia a múltiples ideas afirmativas que hacen que cada una de las ideas planteadas sean analizadas, para esto se tiene objetivos generales y específicos que están acordes con este método ya que indica lo que se va a ejecutar en la investigación. Es así como se tomó en cuenta varias ideas claras para el proceso de fabricación de nuestro prototipo. Para que este tenga el mejor rendimiento en el proceso de fabricación de Cerveza Artesanal.

### ***3.1.4 Método Experimental.***

Con el uso de este método, se tomó en cuenta muchos factores que a futuro pueden ser modificados con respecto al equipo de fermentación. En donde se consideró la manipulación, la observación, el registro de las diferentes variables que interactuaron entre sí. Es así como se evaluaron diferentes estudios experimentales, para el mejoramiento de la calidad de la cerveza artesanal.

## ***3.2 Técnicas de recolección de datos***

### ***3.2.1 Entrevista***

Para el diseño cuasi experimental, se procedió a realizar una entrevista previa para recolectar la información sobre el proceso de fermentación de la fábrica.

### **3.2.2 *Investigación de campo***

Con la ayuda de un registro se pudo evidenciar las diferentes necesidades que tenía la persona interesada en el equipo de fermentación, con el objetivo que fue de solventar los diferentes tipos de problemas que estos presentaron al momento de su funcionamiento. Los principales requerimientos que fueron necesarios para el equipo fueron las siguientes características:

- Fermentador de 50 a 75 litros.
- El material usado sea óptimo para el proceso de fermentación
- Evitar añadir motores o sensores de poco uso para la cantidad de producto a procesar.
- Considerar el factor económico como importante.
- Facilidades al momento de realizar el mantenimiento y limpieza.
- El equipo debe adaptarse al lugar de procesamiento (planta de producción).
- Métodos y técnicas.

### **3.3 *Métodos***

Para la elaboración del equipo de fermentación se elaboró la presente revisión bibliográfica acerca de materiales, componentes y accesorios conjuntamente asociadas con las necesidades del productor para formular y cumplir con los resultados propuestos, adicional es la función (fermentador de cerveza), capacidad y diferentes condiciones a cumplir con la fabricación de nuestro fermentador. Teniendo en cuenta todas las variables y condiciones a cumplir el método de investigación adecuado para el desarrollo de este proyecto es el método empírico en conjunto con el método científico.

### ***3.3.1 Método empírico y científico.***

En la investigación se utilizó el método empírico, por los conocimientos obtenidos, de manera teórica durante la carrera y por un lado gracias a los aportes de la pequeña empresa cervecera “NEVADA”, dado que con su ayuda también se pudo obtener información de manera empírica. En cuanto al método científico, para alcanzar, comprobar y analizar el equipo de fermentación, las metodologías implícitas utilizadas son.

**Observación:** con el fin de comprender de mejor manera la función del equipo se realizó la observación de varios modelos de equipos de fermentación para proceder a la selección del más adecuado y útil en nuestro proyecto de fabricación.

**Experimentación:** mediante la experiencia en el trabajo en el área de soldadura y con la investigación bibliográfica se pudo determinar una característica específica para desarrollar el fermentador controlando directamente las características a usarse como medidas de altura diámetro y capacidad volumétrica.

### ***3.4 Técnicas***

Las herramientas para la obtención de la información necesaria para nuestro proyecto fueron:

- Observación.
- Recopilación bibliográfica.
- Proformas.
- Entrevistas.
- Comparación de datos.

### **3.5 Planteamiento de Hipótesis**

#### **3.5.1 Hipótesis 1**

**H<sub>0</sub>:** Como la selección de elementos y materiales del equipo fermentador no permite la obtención de cerveza artesanal y como el diagrama de procesos no ayuda en la construcción del equipo fermentador

**H<sub>1</sub>:** Como la selección de elementos y materiales del equipo fermentador permite la obtención de cerveza artesanal y como el diagrama de procesos ayuda en la construcción del equipo fermentador

#### **3.5.2 Hipótesis 2**

**H<sub>0</sub>:** Como la elaboración de un manual de operación, mantenimiento y limpieza no permite el correcto uso del equipo de fermentación.

**H<sub>1</sub>:** Como la elaboración de un manual de operación, mantenimiento y limpieza permite el correcto uso del equipo de fermentación.

## CAPÍTULO III

### 4. Resultados y Discusión

#### 4.1 Arquitectura

##### 4.1.1 Requerimientos en la empresa.

**Reacciones Homogéneas:** se va a producir un producto en fase líquida.

**Reacción no catalítica:** La producción de la cerveza no necesita de ningún material reactante durante el proceso de fermentación.

**Reactor discontinuo (BATCH):** En la fermentación no entra ni sale material más que la producción de CO<sub>2</sub> la condición de temperatura y tiempo están establecidas por la empresa.

**Fermentador:** Se utilizó el hongo de (*Saccharomyces cerevisiae*) transformando el mosto en cerveza

**Tabla 3:** Requerimientos del biorreactor

| Componentes necesarios del biorreactor | Detalle   |
|--|---|
| Vaso de biorreactor                    | Tanque de construcción simple de función vertical                   |
| Sistema de suministro de aire          | No aplica por la cantidad de producción de la planta                |
| Sistema de agitación                   | No aplica por el tipo de fermentación que maneja la planta (reposo) |
| Sistema de salida de gases             | Implementación de Airlock   |
| Sistema de toma de muestra             | Este sistema está incluido en la parte de descarga                  |
| Control de temperatura                 | Implementación de un termómetro                                     |
| Sistema para la entrada de mosto       | Tapa superior o manhole   |

| <b>Componentes necesarios del biorreactor</b> | <b>Detalle</b>   |
|---|--|
| <b>Materiales utilizados.</b>                 | Acero inoxidable de grado alimenticio                  |
| <b>Sistema de Refrigeración</b>               | No aplica por el costo de producción no es sustentable |
| <b>Sistema de calefacción</b>                 | No aplica ya que aumenta el costo de producción        |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

#### **4.1.2 Capacidad de trabajo**

Mediante entrevista se obtuvo el volumen de producción por lote mínimo de 20L y máximo 40L de un mismo tipo de cerveza acoplándose esta producción a las medidas del equipo prototipo diseñado añadiendo un volumen de producción de 35L para producción a futuro.

Según las medidas calculadas (**Ver anexo 3**) el volumen total del equipo de fermentación es de 100L, debido al proceso de fermentación dejando una capa de aire del 20 al 30% del total del envase siendo el volumen óptimo de trabajo de 75L.

#### **4.1.3 Ubicación de orificios del fermentador**

En este equipo los orificios son muy importantes tanto para el control y el manejo del equipo, mediante la coordinación del gerente se ubicó lo que es el control de temperatura (Termómetro) en la parte lateral media del cilindro, el manhole como tapa superior, llave de descarga en la parte inferior del cono y orificio para el airlock en la tapa superior.

#### **4.1.4 Configuración de trabajo del fermentador.**

Para poner a prueba nuestro equipo vamos a ayudarnos del diagrama de flujo utilizado en la planta de producción de cerveza artesanal “Nevada” (Anexo 4: Diagrama básico del proceso de obtención de cerveza) el cual se refiere a una producción por lote de mínimo 10 días.

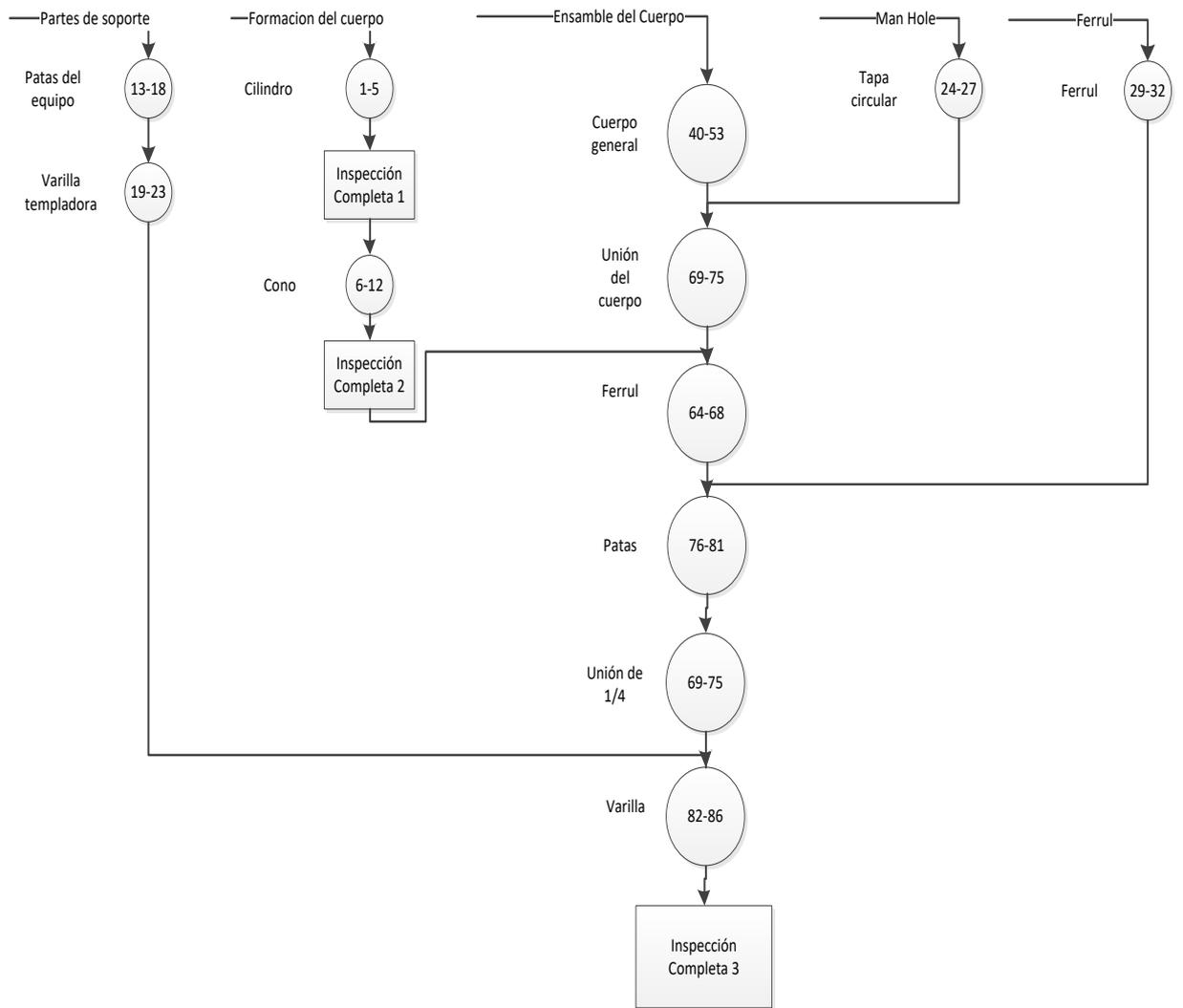
#### **4.1.5 Descripción y funcionamiento del prototipo diseñado**

Considerando a la temperatura como el parámetro principal de control para la fermentación de cerveza artesanal tenemos un termómetro incorporado en la parte frontal céntrica con la que podemos visualizar de manera rápida y clara la temperatura de trabajo de la olla. El objetivo de control y optimización depende del método de trabajo de la persona encargada de la fermentación, su formulación cantidades y tiempo a utilizar en la fabricación del mosto.

En este caso utilizamos una fermentación de 10 días para obtener una cerveza Porter de aroma dulce cuerpo solido sin demasiado burbujeo

#### **4.2 *Etapas de fabricación del equipo***

Para la fabricación del equipo de fermentación se realizó un proceso de fabricación, para emplear ciertos tiempos de fabricación de cada componente del prototipo. Como se puede visualizar en el diagrama de fabricación por etapas.



**Ilustración 5** Diagrama de Fabricación por etapa.

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

### 4.3. *Materiales de construcción*

Para la construcción del fermentador se utilizó acero inoxidable según norma AISI 304 es la recomendada para el tipo de trabajo, existiendo materiales de mejor calidad de igual manera su costo se incrementa al doble del valor obtenido en la fecha de realización de este proyecto el cual detallamos a continuación

### 4.4. *Proceso simplificado de fabricación*

Proceso simplificado de elaboración del fermentador en la siguiente ilustración se tiene el fermentador prototipo ya terminado aplicando la prueba de permeabilidad comprobando así algún fallo o desperfecto.

**Tabla 4:** Proceso simplificado de fabricación

| <b>Proceso</b> | <b>Parte</b>                                     | <b>Grafico</b>  |
|----------------|--|---|
| <b>M1</b>      | Medición y trazo De diferentes partes del cuerpo |  |
| <b>M2</b>      | Corte Mediante CNC                               |  |
| <b>P1</b>      | Pulido de piezas                                 |  |

|           |                      |   |
|-----------|----------------------|---|
| <b>E1</b> | Embalorado de piezas |    |
| <b>S1</b> | Proceso de suelda    |    |
| <b>T1</b> | Inspección general   |   |
| <b>F1</b> | Trabajo final        |  |

**Autor:** (Yupangui J. 2021).

En la siguiente tabla se indica las operaciones y símbolos del proceso de construcción del fermentador prototipo para proceder a un detallado más específico en el cuadro de nomenclatura del equipo en etapas de construcción:

**Tabla 5:** Operación y símbolo de construcción

| <b>Operación</b>   | <b>Símbolo</b> |
|--|----------------|
| Trazamos las líneas de corte según las medidas obtenidas en el material que vamos a trabajar   | M1             |
| Mediante los equipos de corte procedemos a cortar el material en las líneas y puntos señalados   | M2             |
| Con el uso de La moladora y el disco flap retiramos limallas, rebabas y restos de material que nos lastime y obstruya el trabajo de soldado, podemos utilizar lija como proceso final de pulido                                    | P1             |
| En el equipo de embarolar procedemos a dar forma a nuestra laminas convirtiendo cada una en el componente deseado.   | E1             |
| Atreves de la soldadora tic unimos mediante fundición o suelda cada parte de nuestro equipo.   | S1             |
| Verificamos que en el cordón de suelda no exista una penetración excesiva, mal aspecto, salpicadura de material excesivo, que la soldadura no sea porosa o una soldadura agrietada para asegurar la calidad de unión de las juntas | T1             |
| Una vez concluido el proceso de suelda, pulido e inspección Procedemos a la limpieza de la suelda con un decapante y posteriormente a un pulido siendo o no necesario este pulido.   | F1             |

**Autor:** (Yupangui J. 2021).

### **4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.3.1 Análisis estadísticos del Pre Test**

Después de aplicar el Pre Test, se tabuló y organizó los resultados para ser procesados en términos de medidas descriptivas como son: distribución de frecuencia, porcentajes.

El proceso utilizado, se describe a continuación en los siguientes pasos:

- En cada ítem, se determinó la calificación correspondiente según el nivel.

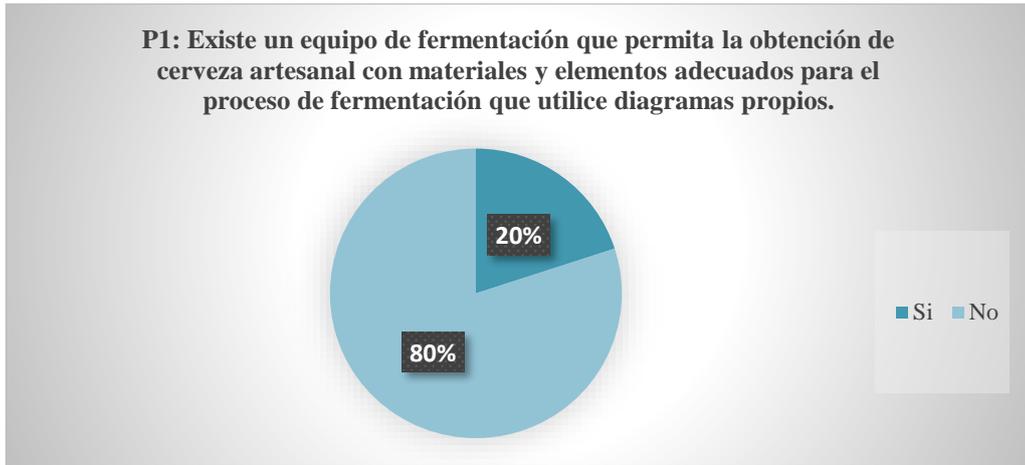
- Se organizó la información de la encuesta aplicada a los estudiantes en tablas de información.
- Se utilizó el programa Excel, para procesar las tablas de información que resumen los valores obtenidos en la encuesta, determinando la frecuencia y luego los respectivos cálculos de porcentaje.
- Se realizaron representaciones graficas de los datos obtenidos a través de gráficos circulares, los cuales facilitan la comprensión de los datos y al mismo tiempo permiten hacer una comparación de resultados.
- Se analizaron los datos obtenidos en términos descriptivos, con la finalidad de interpretarlos y responder a los objetivos de la investigación.
- Se confrontaron los hallazgos obtenidos con la teoría.

**P1.** Existe un equipo de fermentación que permita la obtención de cerveza artesanal con materiales y elementos adecuados para el proceso de fermentación que utilice diagramas propios.

**Tabla 6:** Pregunta 1

| <b>Alternativas</b> | <b>Frecuencias</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| Si                  | 1                  | 20%               |
| No                  | 4                  | 80%               |
| <b>Total (N)</b>    | <b>5</b>           | <b>100%</b>       |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).



**Gráfico 1** Pregunta 1

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

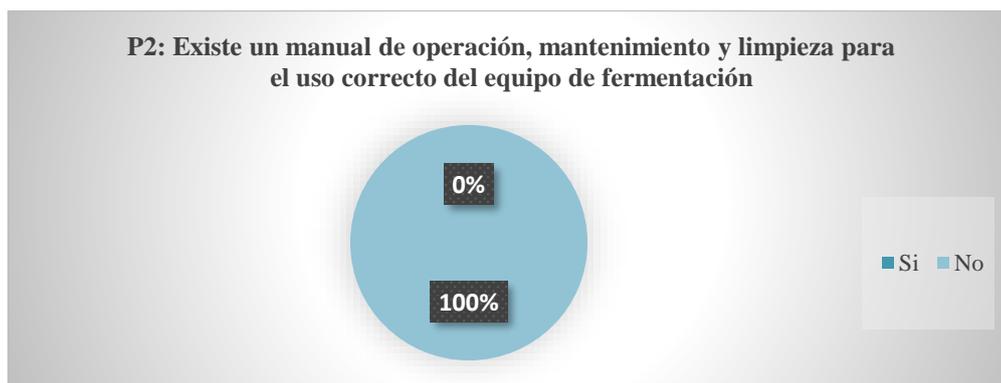
**Análisis:** el 20% de las personas encuestadas opinan que, si existe un equipo de fermentación, pero no los materiales y elementos adecuados y el 80% nos dice indica que no existe el equipo para fermentar y tampoco un diagrama de proceso.

**P2.** Existe un manual de operación, mantenimiento y limpieza para el uso correcto del equipo de fermentación.

**Tabla 7:** Pregunta 2

| Alternativas     | Frecuencias | Porcentaje  |
|------------------|-------------|-------------|
| Si               | 0           | 0%          |
| No               | 5           | 100%        |
| <b>Total (N)</b> | <b>5</b>    | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).



**Gráfico 2** Pregunta 2

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Análisis:** El 100% de las personas encuestadas nos indican que no existe un manual de operación, mantenimiento y limpieza para el equipo de fermentación.

#### **4.3.1 Análisis estadísticos del Pos Test**

Después de aplicar el Post Test, se tabuló y organizó los resultados para ser procesados en términos de medidas descriptivas como son: distribución de frecuencia, porcentajes.

El proceso utilizado, se describe a continuación en los siguientes pasos:

- En cada ítem, se determinó la calificación correspondiente según el nivel.
- Se organizó la información de la encuesta aplicada a los estudiantes en tablas de información.
- Se utilizó el programa Excel, para procesar las tablas de información que resumen los valores obtenidos en la encuesta, determinando la frecuencia y luego los respectivos cálculos de porcentaje.
- Se realizaron representaciones gráficas de los datos obtenidos a través de gráficos circulares, los cuales facilitan la comprensión de los datos y al mismo tiempo

permiten hacer una comparación de resultados.

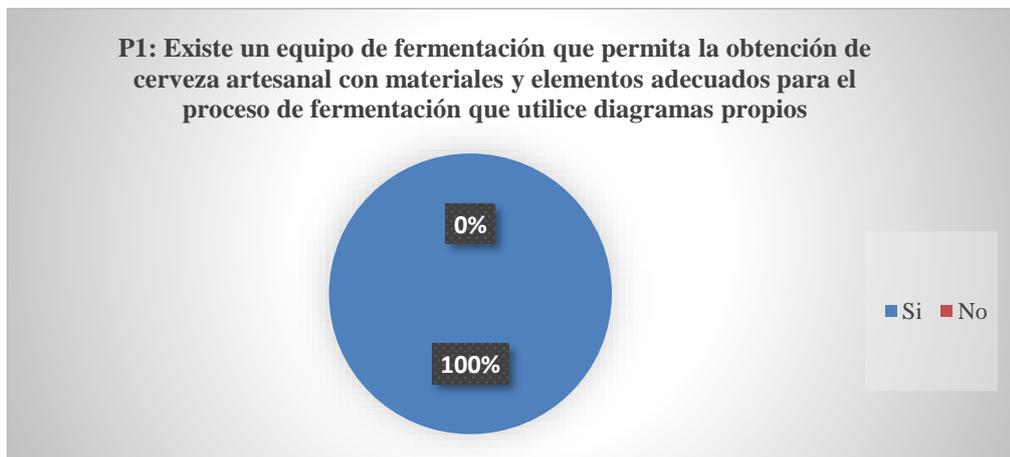
- Se analizaron los datos obtenidos en términos descriptivos, con la finalidad de interpretarlos y responder a los objetivos de la investigación.
- Se confrontaron los hallazgos obtenidos con la teoría y la implementación.

**P1.** Existe un equipo de fermentación que permita la obtención de cerveza artesanal con materiales y elementos adecuados para el proceso de fermentación que utilice diagramas propios.

**Tabla 8:** Pregunta 1 Pos tes

| Alternativas     | Frecuencias | Porcentaje  |
|------------------|-------------|-------------|
| Si               | 5           | 100%        |
| No               | 0           | 0%          |
| <b>Total (N)</b> | <b>5</b>    | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).



**Gráfico 3** Pregunta 1 Pos test

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Análisis:** De acuerdo con los resultados el 100% que corresponde a las 5 personas señalan que en su experiencia consideran que el diseño e implementación de un prototipo de fermentación si ayudo en el proceso para de obtención de cerveza.

**P2.** Considera que la selección de elementos y materiales para el equipo de fermentación permitió la obtención de cerveza artesanal.

**Tabla 9:** Pregunta 2 Post test

| Alternativas     | Frecuencias | Porcentaje  |
|------------------|-------------|-------------|
| Si               | 5           | 100%        |
| No               | 0           | 0%          |
| <b>Total (N)</b> | <b>5</b>    | <b>100%</b> |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).



**Gráfico 4** Pregunta 2 Post test

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Análisis:** El 100% de las personas encuestadas indicaron que si existe el manual de operación, mantenimiento y limpieza para el uso correcto del equipo de fermentación.

Determinación de valores y sus regiones de rechazo o aceptación

**Tabla 10:** Pregunta 1 comprobación

| <b>P1</b> | <b>Antes</b> | <b>Después</b> |
|-----------|--------------|----------------|
| <b>Si</b> | 20%          | 100%           |
| <b>No</b> | 80%          | 0%             |
| Total (N) | 100%         | 100%           |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Análisis:** De acuerdo con los resultados por una comprobación de proporción obtenemos que la mejora es del 80%.

**Tabla 11:** Pregunta 2 comprobación

| <b>P2</b> | <b>Antes</b> | <b>Después</b> |
|-----------|--------------|----------------|
| <b>Si</b> | 0%           | 100%           |
| <b>No</b> | 100%         | 0%             |
| Total (N) | 100%         | 100%           |

**Fuente:** Encuesta aplicada  
**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Análisis:** De acuerdo con los resultados por una comprobación de proporción obtenemos que la mejora es del 100%.

### **4.3.2 Lenguaje Usual**

#### **Hipótesis 1**

**H0:** Como la selección de elementos y materiales del equipo fermentador no permite la obtención de cerveza artesanal y como el diagrama de procesos no ayuda en la construcción del equipo fermentador

**H1:** Como la selección de elementos y materiales del equipo fermentador permite la obtención de cerveza artesanal y como el diagrama de procesos ayuda en la construcción del equipo fermentador

#### **Hipótesis 2**

**H0:** Como la elaboración de un manual de operación, mantenimiento y limpieza no permite el correcto uso del equipo de fermentación.

**H1:** Como la elaboración de un manual de operación, mantenimiento y limpieza permite el correcto uso del equipo de fermentación.

#### **4.3.1 Toma de decisión**

##### **Para la hipótesis 1**

$$\mathbf{H_0 < 50\%}$$

$$\mathbf{H_1 > 50\%}$$

En la comprobación de hipótesis se observa un aumento del 80% de mejora al implementar el equipo de fermentación por lo que se rechaza la hipótesis nula  $\mathbf{H_0}$  y se acepta la hipótesis alternativa  $\mathbf{H_1}$ , indicándonos que el equipo de fermentación permite la obtención de cerveza artesanal con materiales y elementos adecuados para el proceso de fermentación utilizando diagramas propios de procesos.

##### **Para la hipótesis 2**

$$\mathbf{H_0 < 50\%}$$

$$\mathbf{H_1 > 50\%}$$

En la comprobación de hipótesis se observa un aumento del 100% de mejora al implementar el manual de operación, mantenimiento y limpieza que permitió el correcto uso del equipo de fermentación rechazando la hipótesis nula  $\mathbf{H_0}$  y se acepta la hipótesis alternativa  $\mathbf{H_1}$ .

#### 4.4 Recursos utilizados.

**Tabla 12:** Materiales utilizados en el equipo

| <b>Materiales</b> |                              |   |                 |               |                  |
|-------------------|------------------------------|---|-----------------|---------------|------------------|
|                   | <b>Nombre</b>                | <b>Detalle</b>                            | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Total</b>     |
|                   | Plancha en inox              | Tol de acero inoxidable de 1,2 milímetros | 0,45            | \$ 149,70     | \$ 67,37         |
|                   | Tubo en inox                 | Tubo en medida $\frac{3}{4}$              | 0,5             | \$ 21,21      | \$10,61          |
|                   | Neplo en inox                | Neplo de acero inoxidable de 1/4          | 1               | \$ 1,50       | \$ 1,50          |
|                   | Material de aporte para inox | Varilla de aporte de acero inoxidable 304 | 5               | \$ 0,15       | \$ 0,75          |
|                   | Disco de pulir INOX          | Disco para pulir aceros inoxidable        | 2               | \$ 3,25       | \$ 6,50          |
|                   | Gas para equipo de suelda    | Gas tungsteno para equipo de suelda TIG   | 0,3             | \$ 160,00     | \$ 48,00         |
|                   | Tapa manhole                 | Manhole inox sanitario 304 (400*100*3) mm | 1               | \$ 220,00     | \$ 220,00        |
|                   | Varilla                      | Varilla acero inoxidable 1/4              | 0,25            | \$ 15,00      | \$ 3,75          |
| <b>Sub Total</b>  |                              |   |                 |               | <b>\$ 358,47</b> |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

**Tabla 13:** Componentes utilizados

| <b>Componentes</b> |                           |   |              |              |                  |
|--------------------|---------------------------|---|--------------|--------------|------------------|
| <b>N°</b>          | <b>Componente</b>         | <b>Detalle</b>                                      | <b>Cant.</b> | <b>Valor</b> | <b>Sub valor</b> |
| <b>1</b>           | Llave de paso<br>descarga | Válvula mariposa inox 316L<br>sanitaria 1 1/2 Clamp |              | \$<br>55,00  | \$<br>55,00      |
| <b>2</b>           | Termómetro                | Termómetro dial 20°-60°C<br>horizontal              |              | \$<br>54,44  | \$<br>54,44      |
| <b>3</b>           | Ferrúl                    | Ferrúl inox 316L cuello largo 1<br>1/2              |              | \$<br>3,43   | \$<br>3,43       |
| <b>4</b>           | Abrazadera y<br>empaque   | Abrazadera inox 304 Sanitaria 1<br>1/2              |              | \$<br>4,10   | \$<br>8,20       |
| <b>Sub Total</b>   |                           |   |              |              | \$<br>121,07     |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)**Tabla 14:** Materiales de oficina

| <b>Materiales de Oficina</b> |                         |                                   |              |              |                  |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| <b>N°</b>                    | <b>Material</b>         | <b>Detalle</b>                    | <b>Cant.</b> | <b>Valor</b> | <b>Sub valor</b> |
| <b>1</b>                     | Hojas                   | Paquete de hojas (800 g)          | 2            | \$0,40       | \$ 4,80          |
| <b>2</b>                     | Tinta de<br>impresión   | Cartucho impresor Epson<br>mp 180 | 2            | \$40,00      | \$ 80,00         |
| <b>3</b>                     | Copias                  | Copias B/N                        | 3            | \$0,20       | \$ 6,00          |
| <b>4</b>                     | Lápices y<br>bolígrafos | Lápiz 2B Esfero Big<br>punta fina | 2            | \$0,45       | \$ 0,90          |
| <b>Sub Total</b>             |                         |                                   |              |              | \$ 91,70         |

**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Tabla 15:** Recursos administrativos.

| <b>Recursos administrativos</b> |                   |  |  |              |                  |
|---------------------------------|-------------------|--|--|--------------|------------------|
| <b>N°</b>                       | <b>Recurso</b>    | <b>Detalle</b>                           |  | <b>Valor</b> | <b>Sub Valor</b> |
| <b>1</b>                        | Internet          | Costo por acceso a información web       |  | \$ 5,00      | \$ 25,00         |
| <b>2</b>                        | Costos indirectos | Costos imprevistos que se han presentado |  | \$ 0,00      | \$ 30,00         |
| <b>Sub Total</b>                |                   |  |  |              | \$ 55,00         |

**Autor:** (Yupangui J. 2021).

**Tabla 16:** Mano de obra utilizada.

| <b>Mano de obra</b> |               |                         |                 |               |              |
|---------------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------|
| <b>N°</b>           | <b>Nombre</b> | <b>Detalle</b>          | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Total</b> |
| <b>1</b>            | Soldador      | Maestro soldador en TIG | 1               | \$ 130,00     | \$ 130,00    |
| <b>Sub Total</b>    |               |                         |                 |               | \$ 130,00    |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

**Tabla 17:** Recursos humanos

| <b>Recursos humanos</b>  |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| <b>Autor responsable</b> | Jhon Edison Yupangui Lluquilema |
| <b>Tutor</b>             | Mgs. Edmundo Cabezas PhD        |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

**Tabla 18:** Suma de valores invertidos

| <b>Suma de subtotales</b> |                          |              |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>N</b>                  | <b>Detalle</b>           | <b>Valor</b> |
| <b>1</b>                  | Materiales               | \$ 358,47    |
| <b>2</b>                  | Componentes              | \$ 121,07    |
| <b>3</b>                  | Materiales de oficina    | \$ 91,70     |
| <b>4</b>                  | Recursos administrativos | \$ 55,00     |
| <b>5</b>                  | Mano de obra             | \$ 130,00    |
| <b>Total</b>              |                          | \$ 756,24    |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

## **CAPÍTULO IV**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Se concluye que mediante investigación los componentes necesarios para el equipo son de carga y descarga para materia prima (tapa manhole, llave de control), un sistema de salida de gases (Airlook) e indicador de temperatura, en una estructura sólida metálica de acero inoxidable en AISI 304 y 316 de espesor de 1.2mm a 2mm siendo apto para la obtención fermentación de cerveza.

Al realizar el proyecto de investigación se identificó el proceso de elaboración del equipo basándonos en los materiales presentes en la estructura, los componentes básicos que necesita para el control, teniendo en cuenta el manual en todo momento de ensamble y además, diseñar un diagrama de proceso óptimo para la elaboración de la cerveza artesanal con este nuevo fermentador.

Por último, se realizó un manual de mantenimiento, funcionamiento y seguridad del equipo de fermentación encontrado detalles básicos de limpieza, uso del equipo de fermentación, procesos de calibración incluso el reemplazo de componentes que por defectos propios de uso o maltrato podríamos tener desperfectos técnicos encontrando aquí una solución.

#### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda realizar una investigación de campo ya que así se puede diagnosticar las necesidades de la empresa NEVADA con respecto a su producción, capital financiero establecimiento de marca y la dimensión de planta.

Durante todo el proceso de fabricación guiarse en el diagrama y planos para poder así mejorar los procesos optimizando tiempo y recursos.

Por último, se debe considerar que un manual de operación, mantenimiento y limpieza del equipo de fermentación debe contener toda información útil del equipo para que el personal pueda guiarse en todo momento sobre el funcionamiento cumpliendo así las medidas de limpieza y seguridad.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Argentina, C. d. (s.f.). *Porter*. Obtenido de Porter: <http://www.cervezadeargentina.com.ar/recetas/porter.htm>
- Arriola, A., & María, L. (2017). *Análisis de oxidaciones controladas en mostos y vinos*. Obtenido de <https://bdigital.uncu.edu.ar/9825>.
- Artesana, C. (21 de 05 de 2020). *Cerveza Artesana*. Obtenido de Cerveza Artesana: <https://cervezartesana.es/blog/post/irish-red-ale.html>
- Bricio, E., Hernández, H., & Arcero, S. (2017). Control y optimización de un proceso de fermentación de cerveza. *Academia journals Vol. 6, N°2*, 82-87.
- Bustos, R. P. (2016). *Doc Player*. Obtenido de Introducción Aceros Inoxidables : <https://docplayer.es/13386686-I-introduccion-1-capitulo-i-introduccion.html>
- dipac Manta, S. (2018). *Productos de acero*. Obtenido de <https://www.dipacmanta.com/acero-inoxidable-aisi>
- Ecuador, C. N. (2014). *Cerveceria Nacional*. Obtenido de Cerveceria Nacional: <https://www.cervecerianacional.ec/>
- Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. (6 de 12 de 2021). *Equipo y Laboratorio de Colombia* . Obtenido de Reacciones Químicas: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/reactores-quimicos>
- Fonseca, V. (2007). Breve historia de la cerveza. Bogota.
- Fonseca, V. (2007). *Historia de la cerveza*. Bogota.
- FREMM. (s.f.). *Prevención de Riegos en el puesto de trabajo*. Obtenido de Prevención de Riegos en el puesto de trabajo: [http://www.fremm.es/portal/pagina/4224/Seguridad\\_y\\_salud\\_en\\_operaciones\\_de\\_corte\\_y\\_soldadura.html](http://www.fremm.es/portal/pagina/4224/Seguridad_y_salud_en_operaciones_de_corte_y_soldadura.html)
- González, M. (31 de 08 de 2017). *Scribd*. Obtenido de Libro Principios Elaboración de Cerveza: <https://es.scribd.com/document/357713841/Libro-Principios-Elaboracion-de-Cerveza>
- Grupo Air Products. (28 de 11 de 2018). *Carburos*. Obtenido de Manual Del Soldador: <http://www.carburos.com/~media/Files/PDF/microsites/welders-handbook/231-18-039-ES-Welders-ManualDelSoldador.pdf>

- jnablog. (13 de Diciembre de 2019). *Aceros Inoxidables*. Obtenido de Propiedades: <https://jnaceros.com.pe/blog/propiedades-acero-inoxidable-316-316l/>
- Millones Zagal, P. (10 de Enero de 2010). *Universidad de Piura*. Obtenido de Medición y control del nivel de satisfacción de los clientes en un supermercado: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1233/ING\\_479.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1233/ING_479.pdf)
- Peel, A. (17 de 04 de 2017). *Bon Viveur*. Obtenido de Qué es una IPA: <https://www.bonviveur.es/the-food-street-journal/que-es-una-ipa-por-que-es-la-cerveza-de-moda-en-espana>
- Rios, D. (Noviembre de 2013). *Diseño de un sistema de fermentación para la elaboración de 100L de chicha de jora*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5329/rios\\_diego\\_dise%C3%B1o\\_sistema\\_fermentacion\\_elaboracion100\\_litros\\_chicha\\_jora.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5329/rios_diego_dise%C3%B1o_sistema_fermentacion_elaboracion100_litros_chicha_jora.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ruíz, H. (2007). Ingeniería Química. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* Vol. 6, No. 1, 33-40 (34).
- Steel, C. S. (s.f.). *Ficha Técnica de Aceros Inoxidables*. Obtenido de Ficha Técnica de Aceros Inoxidables: <https://www.empresascarbone.com/pdf/ficha-tecnica-del-acero-inoxidable.pdf>

## **CAPÍTULO V**

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Oficio de colaboración de la empresa

Riobamba 25 de Agosto del 2021

Ing.

Cristhian Javier Zuñiga

Gerente de cervecería artesanal nevada.

Presente. -

Reciba un cordial saludo a la vez deseándole éxitos en sus actividades.

Yo Jhon Edison Yupangui Lluquilema con CI 0603629569-9 estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, me dirijo hacia su persona como gerente y supervisor de NEVADA con el motivo de informar y solicitar la colaboración en el proyecto de tesis titulado "Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal".

Requiriendo su colaboración debido a la experiencia que posee en el mundo de la elaboración de cerveza artesanal aportando ideas, experiencia y requerimientos para la elaboración de un fermentador prototipo.

Aprobar y supervisar una prueba del equipo construido en el proceso de fermentación dentro la planta de producción de cerveza artesanal.

Proporcionar información de los resultados, comportamiento y experiencia del equipo de fermentación durante el tiempo de prueba dentro de la planta.

Esperando su respuesta agradezco su colaboración

Atentamente

Sr. Jhon Yupangui  
CI 060362956-9

Recibido.  
25 de Agosto 2021.

## Anexo 2: Oficio de aceptación de la empresa

Riobamba, 1 de septiembre de 2021

Sr.  
Jhon Yupangui.  
**Tesista de la facultad de Ingeniería Agroindustrial.**  
Presente. -

**Asunto: Aceptación de colaboración en el proyecto de tesis titulado “Diseño e implementación de un fermentador prototipo para la obtención de cerveza artesanal”**

El motivo de esta carta es en respuesta al oficio No.001 para informarle de la aceptación del Sr. YUPANGUI LLUQUILEMA JHON EDISON tesista de la Carrera de ingeniería agroindustrial, con cedula de identificación No.0603629569 para la colaboración en la elaboración del proyecto de tesis aportando con todo lo requerido en el tema. Dentro de la Empresa, adjunto:

**RUC:**0604094540001  
**Dirección:** Calle sol y alca barrio Moncayo  
**Teléfono:** 0995328267  
**Email:** [cristhiaanjavier\\_92@hotmail.com](mailto:cristhiaanjavier_92@hotmail.com)

Sin más por el momento reciba un cordial saludo.

Atentamente,

Ing. Cristian Zuñiga  
Propietario  
060 409454-0.

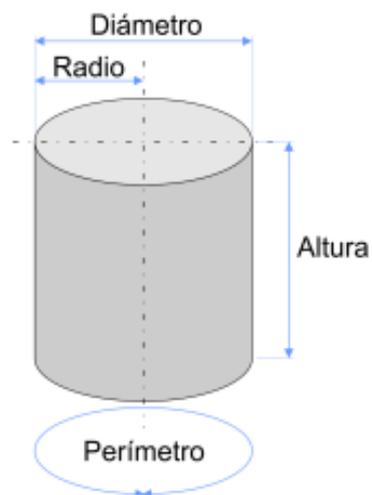
### Anexo 3: Cálculos de medidas y volumen del equipo

#### Cilindro

Medidas de cilindro

| T Cilindro          |      |       |
|---------------------|------|-------|
| Cilindro            | 20cm | 0,2m  |
| Altura del cilindro | 75cm | 0,75m |

Autor: (Yupangui J. 2021)



Descripción del cilindro  
Autor: (Yupangui J. 2021).

$$\text{Perímetro} = 2 * \pi * r$$

*Formula del perímetro de un cilindro.*

**Dado:**

$$\pi = \text{pi}$$

$$r = \text{radio}$$

$$\text{Perimetro} = 2 * 3.1416 * 20$$

$$\text{Perimetro} = 125.66\text{cm}$$

$$\text{Volumen cilindro} = \pi * r^2 * \text{Altura}$$

*Formula del volumen del cilindro*

**Donde:**

$$\pi = \text{pi}$$

$$r = \text{radio}$$

$$\text{Altura} = \text{la altura del cilindro}$$

$$\text{Volumen cilindro} = 3.1416 * 20\text{cm}^2 * 75\text{cm}$$

$$\text{Volumen cilindro} = 94248,00 \text{ cm}^3$$

Transformación de centímetros cúbicos a litros.

$$1 \text{ litros} = 1000\text{cm}^3$$

$$x = \frac{1\text{l} * 94048.00\text{cm}^3}{1000\text{cm}^3}$$

$$X = 94.248\text{l}$$

Cálculo de volumen del cilindro

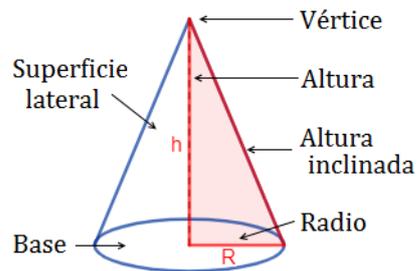
|                             |                          |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------|
| <b>Perímetro de círculo</b> | <b>125,66 cm</b>         | <b>1,26 m</b> |
| <b>Volumen</b>              | 94248,00 cm <sup>3</sup> | 94,25 L       |

*Autor:* (Yupangui J. 2021).

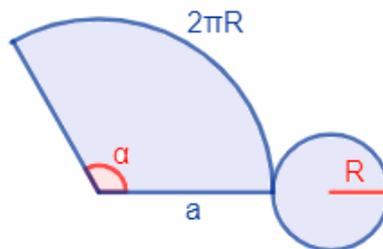
Medidas del cono

| <b>Cono</b>                |       |
|----------------------------|-------|
| <b>Cilindro radio</b>      | 20 cm |
| <b>Altura del cilindro</b> | 15 cm |

*Autor:* (Yupangui J. 2021)



Descripción del cono  
*Autor:* (Yupangui J. 2021)



Construcción del cono  
*Autor:* (Yupangui J. 2021).

Cálculo de “a” perímetro base

$$a = 2 * \pi * r$$

Perímetro base del cono

Donde:

$$\pi = \text{pi}$$

$$r = \text{radio}$$

$$a = 2 * 3.14 * 20$$

$$a = 125.66 \text{ cm}$$

Cálculo de “g” o altura inclinada

$$g = \sqrt{r^2 + h^2}$$

*Altura inclinada*

Donde:

$$r = \text{radio}$$

$$h = \text{superficie lateral}$$

$$g = \sqrt{20^2 + 15^2}$$

$$g = \sqrt{625}$$

$$g = 25 \text{ cm}$$

Cono

$$c = 2 * \pi * g$$

*Cálculo de Cono*

$$c = 2 * 3.1416 * 25cm$$

$$c = 157.08cm$$

Cálculo de “ $\alpha$ ” grado de apertura

$$\alpha = \frac{a}{c} * 360^\circ$$

*Grado de apertura*

Donde:

$a$  = perimetro base

$g$  = altura inclinada

$$\alpha = \frac{125.66}{157.08} * 360^\circ$$

$$\alpha = 0.4888 * 360^\circ$$

$$\alpha = 287.99^\circ$$

Volumen del cono

$$Vol = \frac{\pi * r^2 * h}{3}$$

Ecuación 1-4: Formula del Volumen del Cono

$$Vol = \frac{3.1416 * (20cm)^2 * 15cm}{3}$$

$$Vol = \frac{18849.6cm^3}{3}$$

$$Vol = 6283.1853cm^3$$

Medidas para construcción del cono

|               |                |
|---------------|----------------|
| <b>A</b>      | <b>287.99°</b> |
| <b>2*pi*r</b> | 125,664 cm     |

*Autor:* (Yupangui J. 2021)

Cálculos para obtención de volumen del cono.

|                           |                  |                |
|---------------------------|------------------|----------------|
| <b>Perímetro del cono</b> | <b>125.66 cm</b> | <b>1.256 m</b> |
| <b>Volumen</b>            | 628,32 c3        | 6,28 L         |
| <b>Área de lamina</b>     | 3,30 m           |                |

*Autor:* (Yupangui J. 2021)

Volumen Total

$$V_1+V_2 = \text{Volumen cilindro} + \text{Volumen cilindro}$$

Ecuación 2.4: Formula del volumen total

$$V_1+V_2 = 94248,00cm^3 + 6283.1853cm^3$$

$$V_{Total} = 1000.531.18cm^3$$

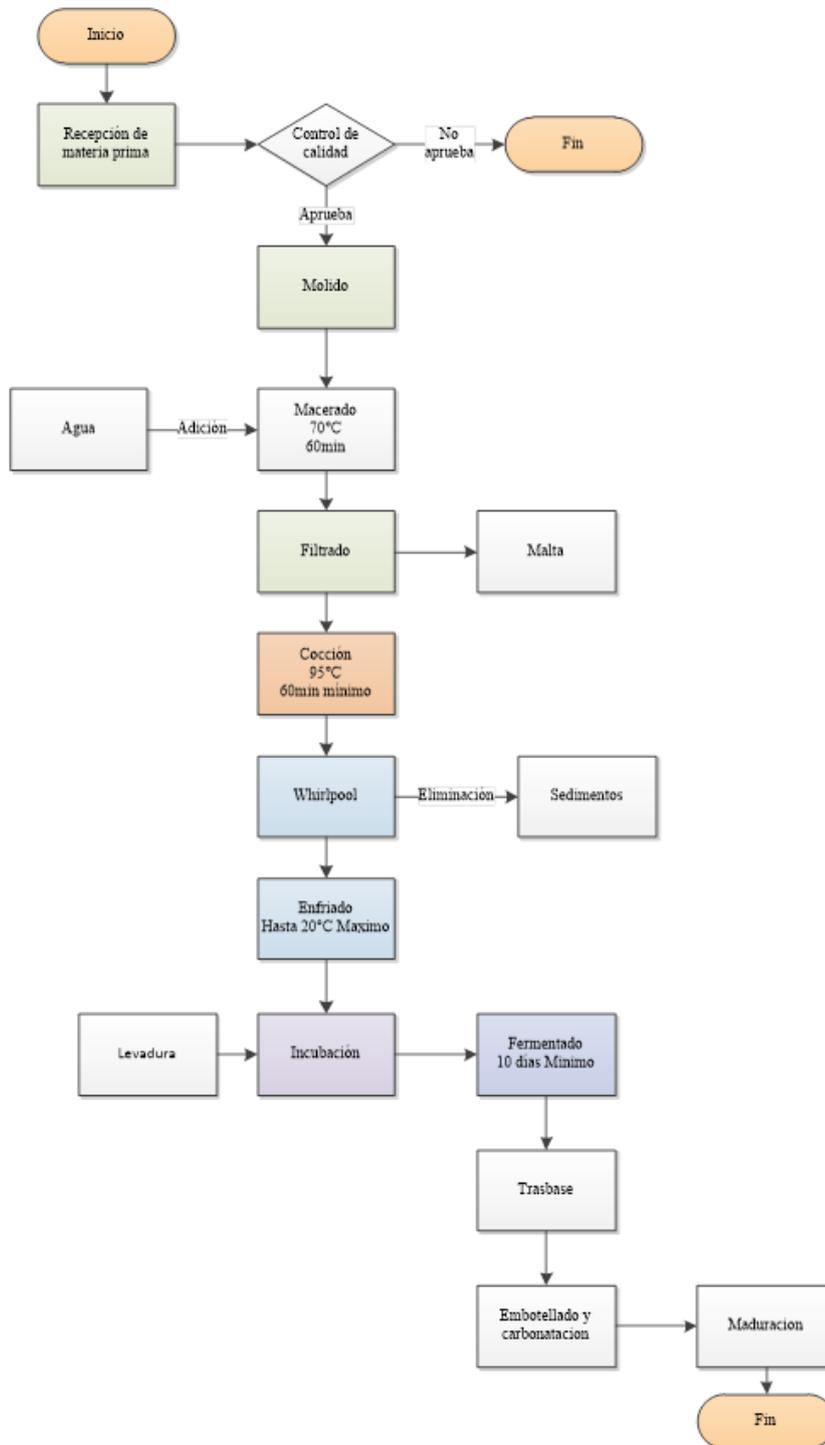
Transformación de Centímetros cúbicos a litros.

$$1 \text{ litros} = 1000cm^3$$

$$x = \frac{1l * 1000.531.18cm^3}{1000cm^3}$$

$$x = 100.53 l$$

**Anexo 4:** Diagrama básico del proceso de obtención de cerveza.



**Anexo 5:** Manual de mantenimiento, funcionamiento y seguridad del equipo.

## **Manual de mantenimiento, funcionamiento y seguridad del equipo de fermentación**

Todo personal que opere el equipo debe estar familiarizado con el funcionamiento y uso del equipo aplicando normas básicas de seguridad en todo momento.

Por preguntas y dudas póngase en contacto con nuestro equipo de atención al cliente.



---

[Jhon\\_26edd@yahoo.com](mailto:Jhon_26edd@yahoo.com)

---

# Contenido

## Indice

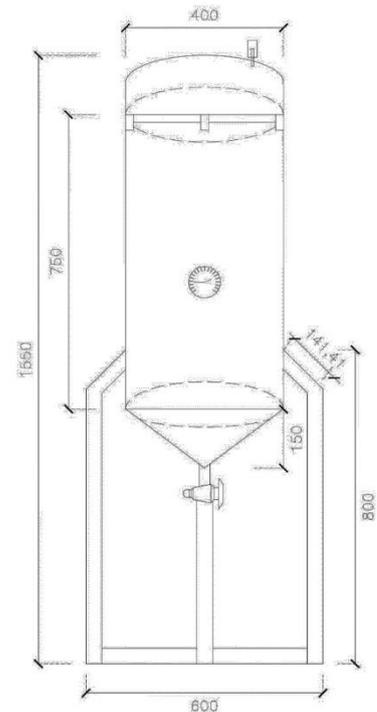
|   |    |
|---|----|
| Contenido .....   | 2  |
| Descripción del equipo.....                                 | 3  |
| Seguridad en general .....                                  | 4  |
| Elementos Presentes.....                                    | 5  |
| • Estructura inox: .....                                    | 5  |
| • Manhole: .....  | 5  |
| • Válvula bola Clamp:.....                                  | 5  |
| • Termómetro: .....   | 5  |
| • Abrazadera y empaque para Ferrúl: .....                   | 6  |
| • Air look: .....   | 6  |
| • Inserto de teflón:.....                                   | 6  |
| Directrices Para la limpieza .....                          | 8  |
| • Limpieza básica.....                                      | 8  |
| • Piedra de cerveza .....                                   | 9  |
| • Factores específicos de limpieza. ....                    | 9  |
| • Seguridad en generalFactores específicos de limpieza..... | 9  |
| Retiro o ensamblado de termometro .....                     | 13 |
| (Sujeto a Compatibilidad del componente).....               | 14 |
| Referencias normativas .....                                | 17 |

# Descripción del equipo

## Fermentador

Este equipo está guiado por el método discontinuo o Batch destacando el proceso de fermentación anaerobia, consiguiendo un manejo controlado en la producción de cerveza, evitando de esta forma la contaminación por microorganismos externos con guías de limpieza y sanitización.

Tenemos una estructura sólida en acero inoxidable de codificación AISI 304 y 316L con una capacidad total de 75 litros con una altura de 1.55 metros y ancho de 0.65 metros.



Como dimensiones tenemos

| Cilindro            |      |       |
|---------------------|------|-------|
| Cilindro            | 20cm | 0,2m  |
| Altura del cilindro | 75cm | 0,75m |

| Cono                |       |
|---------------------|-------|
| Cilindro radio      | 20 cm |
| Altura del cilindro | 15 cm |

# Seguridad en general

- Asegúrese que el área de trabajo mantenga una superficie adecuada para la accesibilidad y operación antes durante y después de la manipulación del equipo.
- Guíese en el presente manual para informarse sobre la función del equipo comprendiendo cada operación, accionar de los accesorios y componentes.
- Manipule el equipo con los cuidados necesarios teniendo en cuenta sus partes móviles y/o componentes expuestos en el equipo.
- La manipulación del equipo debe ser supervisado bajo personal calificado para prevenir accidentes laborales.
- Tenga cuidado al mover el equipo especialmente si se encuentra ya en funcionamiento.



# Elementos Presentes

- **Estructura inox:**

Acero inoxidable de 1.2mm resiste a la corrosión intercrystalina con resistencia térmica de hasta 300°C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua, ácidos y soluciones alcalinas

- **Manhole:**

Tapa de abertura de acceso de 40 cm de diámetro con empaque de silicón grado alimenticio, material acero inoxidable AISI 316L, soporta presiones de hasta 5 Bar o 72 Psi



- **Termómetro:**

Bimetal dial de Montaje horizontal roscable de ¼ NPT estándar, rango de -20 a 60°C índice de protección IP68 lente de 25mm de vidrio.



- **Válvula bola Clamp:**

Cuerpo de acero inoxidable AISI 316L, extremos de conexión Clamp, presión de trabajo de hasta 10 bar accionamiento manual de salida de 1 ½ pulgadas inoxidable con sistema de seguridad en palanca.



- **Abrazadera y empaque para Ferrúl:**

Abrazadera tri-clamp INOX 304 Sanitaria de 1 ½ pulgada reforzada de 1 sola mariposa con empaque tri-clamp de silicón grado alimenticio para Ferrúl.



- **Air look:**

Trampa de aire de estructura plástica, permite la salida del CO2 producido en la fermentación y a su vez impide la entrada de contaminantes dentro del fermentado diámetro de 1/8 pulgada con empaque de conexión.



- **Inserto de teflón:**

Tapón para pata o deslizador para tubo de 1 ½ pulgada de teflón, este nos ayuda para evitar daños en el piso al momento de trasladar el equipo.



# Funcionamiento del equipo

Este equipo es también conocido como (Biorreactor) está diseñado para mantener un medio de cultivo optimo en el cual proliferan los microorganismos, conociendo a este proceso en la industria como fermentación, para el funcionamiento del equipo debemos cumplir con el proceso de:

- Limpieza.
- Desinfección.
- Sanitización.

# Directrices Para la limpieza

## • Limpieza básica

Uno de los errores fatales al momento de realizar la fermentación es la falta de limpieza del equipo.

Aquí le brindamos algunas recomendaciones y sugerencias para mantener tu área y equipo listos para el trabajo.

- Para las piezas que en su mayoría es de acero inoxidable utilizaremos detergentes suaves a base de PERCARBONATO estos nos ayudan a evitar la eliminación elementos protectores del acero.
- Podemos también ocupar un limpiador de ácido oxálico, ácido fosfórico, ácido nítrico en concentraciones de 0.2% a 2% complementando con estropajos suaves "Lavaplatos" o tipo esponja.
- Evitar el uso de cloro debido a que el pH puede causar sabores no deseados en nuestra bebida.
- En el caso de plásticos como policarbonato o polipropileno tenemos como buena opción el detergente para platos siempre y cuando estos no sean perfumados.
- El cloro en materiales plásticos es aconsejable solo para limpiezas profundas, ya que suele opacar el plástico.

**Nota: Muy importante debemos siempre asegurarnos de enjuagar bien cada uno de los accesorios.**

## • Factores específicos de limpieza.

### • Piedra de cerveza

Existen problemas por los largos periodos de trabajo en este caso son las piedras de cerveza, esta es una especie de suciedad de oxalato de calcio conjuntamente con minerales de agua dura.

Si no se le remueve cambiara el sabor de la cerveza pudiendo incluso arruinar el lote de producción.

Para limpiarlo debemos usar agua caliente, esta neutralizara la piedra de cerveza, posteriormente usamos ácido fosfórico para desinfectar el equipo.

La concentración es de 1-2 onzas de ácido fosfórico o ácido nítrico por cada galón.

EL tiempo de reposo de la mezcla es de aproximadamente 30 minutos, transcurrido el tiempo agregamos el limpiador alcalino por 30 minutos más y finalizamos con un enjuague aplicando abundante agua.

## Uso del equipo en el proceso.

A continuación, detallamos los procedimientos básicos a realizar para el proceso de fermentación en el equipo.

- Verificar que la válvula de bola Clamp esté cerrada.
- Comprobar que el sensor de temperatura este operativo.
- Abrir la tapa del manhole.
- Colocar el mosto (Según corresponda).
- Cerrar manhole y asegurar con el perno de seguridad.
- Dejar reposar el mosto durante el tiempo establecido a elección para realizar la fermentación.
- Finalizado el proceso vaciar el equipo en el recipiente requerido.
- Realizar el proceso de limpieza y desinfección del equipo

Nota: Comprobar características propias de la cerveza durante el proceso de fermentación (Depende del producto)

Si existe variación de temperatura (Ver página 11):

# Regulación de temperatura para el equipo.

Las características del material fabricado permiten una conductividad térmica eficiente hacia el interior del equipo.

- **Aplicación de temperatura directa:** con la aplicación directa de agua o compresas a una temperatura deseada no superior a 30°C o inferior de 5°C regulamos la temperatura superficial del equipo hasta obtener la temperatura deseada para el proceso.
- **Aplicación de temperatura por ambiente controlado:** Para este método necesitamos tener un equipo o sistema de calefacción o refrigeración para controlar la temperatura ambiente del área de trabajo (Estufa, aire acondicionado, ventilación) regulando la temperatura del área para controlar la temperatura de trabajo.
- **Aplicación interna por medio de serpentín:** Para este modelo de equipo no aplica, por la unión de suelda y Permeabilidad del equipo no es posible introducir este tipo de componente.

# Mantenimiento y Reparación general

Cada uno de los componentes deben limpiarse con mucho cuidado.

- En caso de no utilizarse el fermentador debe vaciarse y secarse completamente.
- Verificar el estado de los empaques cada vez que se termine el proceso de fermentación o cambio de lote.



# Retiro o ensamblado de termómetro

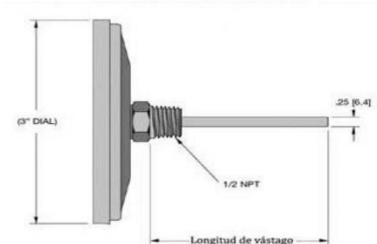
Con ayuda de una llave inglesa (pico de loro) y un playo procedemos a:

- Sujetamos la unión con el playo y de la llave inglesa (pico de loro) sujetamos el área hexagonal de apoyo del termómetro.
- Una vez sujetado desenroscamos apoyándonos en el playo y haciendo contrapresiones en contra de las manecillas del reloj a la llave inglesa.

Unión INOX



Termómetro



## Para la colocación:

- En la rosca del termómetro colocamos 5 a 6 vueltas de teflón al sentido que va la rosca
- Enroscamos el termómetro en la unión con una suavidad normal.
- Una vez sujetado con ayuda de las herramientas enroscamos apoyándonos con el playo y haciendo contrapresiones en la dirección de las manecillas del reloj al pico de loro.

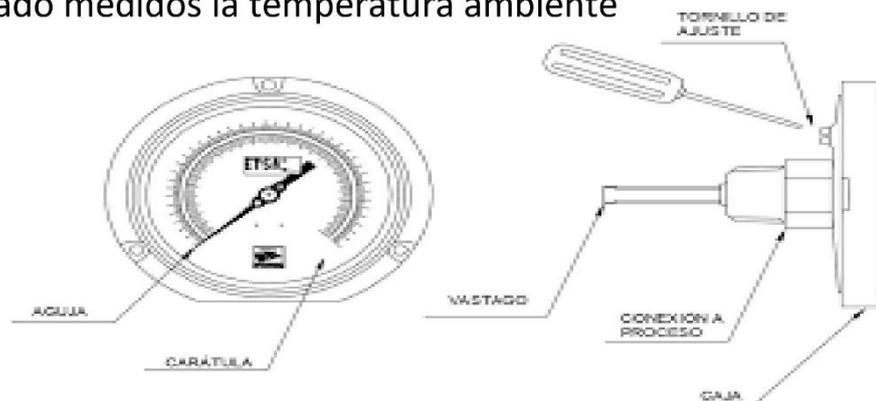


# Ajuste del termómetro

(Sujeto a Compatibilidad del componente)

- **METODO AGUA HELADA:** este método de calibración consiste en la inmersión del vástago del termómetro en agua helada. Para utilizar este método, llene de hielo molido un recipiente grande. Añada agua fría limpia del grifo hasta que ésta cubra el hielo y agite bien la mezcla. Sumerja el vástago del termómetro dentro de la mezcla a una profundidad mínima de 2 pulgadas (5.1 cm). No deje que el vástago o sonda toquen los lados o el fondo del recipiente. Espere por lo menos 30 segundos antes de calibrar. Puede colocarse a través del estuche de bolsillo o funda protectora e introducirse en el agua helada, sosteniendo la funda en sentido horizontal. Sin sacar la varilla del hielo, ajuste la llave hexagonal con la herramienta de calibración del estuche a 0 °C (32 °F).

Finalizado medidos la temperatura ambiente



# Ajuste del termómetro

(Sujeto a Compatibilidad del componente)

- Método de Punto de Ebullición

Este método de calibración consiste en la inmersión del vástago del termómetro en agua hirviendo. Para este método, caliente agua limpia del grifo en un recipiente hasta que alcance el punto de ebullición. Sumerja el vástago a una profundidad mínima de 2 pulgadas (5 cm) y espere por lo menos 30 segundos. Puede colocarse a través de la funda protectora e introducirse en el agua hirviendo, sosteniendo la funda en sentido horizontal. Sin sacar el vástago del recipiente, sujete con la llave hexagonal la tuerca de calibración y hágala girar hasta que éste indique 212 °F (100 °C).

Para máxima precisión, se debe usar agua destilada y una presión de 1 atmósfera (29.92 pulgadas, equivalentes a 760 mm de mercurio). Cuando un consumidor usa el agua del grifo en condiciones atmosféricas desconocidas, es probable que el punto de ebullición del agua no se alcance a 212 °F (100 °C). Posiblemente la temperatura necesaria para alcanzar este punto se reduzca por lo menos 2 °F (0.11 °C).



Recuerde que el agua hierve a una temperatura más baja en una región de gran altura. Se aconseja consultar en una fuente confiable o el Departamento de Salud la temperatura exacta a la que el agua alcanza el punto de ebullición en su zona.

Aún cuando no se pueda calibrar el termómetro, es decir sin que tenga mecanismo de recalibración, se recomienda probar su precisión mediante uno de estos dos métodos. En base a los resultados, se deberá tomar en consideración cualquier margen de error o habrá que reemplazarlo por otro.

Por ejemplo, si el agua hierve a 100 °C (212 °F) y el termómetro da una lectura de 101.11 °C o 214 °F en el agua hirviendo, tiene un margen de error de 2 °F y 1.11 °C, deben tenerse en cuenta o bien ajustar a 100 °C (212 °F).

Estos termómetros tienen una tuerca de calibración debajo de la carátula y puede ser ajustada.

**Para mayor seguridad en accesorios y componentes consultar ficha técnica de fabricante y/o llamar al personal técnico.**

## Referencias normativas

- AISI 304
- AISI 316
- Código del trabajo

**Anexo 6:** Hoja de control de la cerveza

| HOJA DE CONTROL |                      |  |                                |
|-----------------|----------------------|--|--------------------------------|
| Edad:           | Fecha de cata:       | Nombre del catador   | Lugar de cata:                 |
| Numero          | Punto de calidad     | DETALLE  | Describimos su característica. |
| 1               | CUERPO               | <p>Comparamos su consistencia con:</p> <p>1.- Agua simple</p> <p>2.- Jugo</p> <p>3.- Batido</p>                              |                                |
| 2               | GASIFICACION         | <p>Sensación en la lengua:</p> <p>1.- Ninguna Sensación</p> <p>2.- Liger picazón</p> <p>3.- Picazón pronunciada</p>          |                                |
| 3               | RETENCIÓN DE ESPUMA  | <p>Formación de espuma:</p> <p>1.- Presente poco tiempo</p> <p>2.- Presente bastante tiempo</p> <p>3.- Ninguna presencia</p> |                                |
| 4               | OLOR                 | <p>Describimos el olor percibido</p>   |                                |
| 5               | SABOR                | <p>Describimos su sabor</p> <p>1- Café</p> <p>2.- Chocolate</p> <p>3.- Otro, Detalle</p>                                     |                                |
| 6               | ALCOHOLES SUPERIORES | <p>Primera sensación</p> <p>1.- Fuerte olor a alcohol</p> <p>2.- Olor característico de cerveza</p>                          |                                |
| 7               | CLARIFICACIÓN        | no aplica  |                                |
| 8               | TURBIDEZ             | no aplica  |                                |

**Autor:** (Yupangui J. 2021)

**Nota:** Este documento está destinado a la comparativa de cerveza negra tipo “BLACK PORTER” producido por Cerveza Artesanal NEVADA

## Anexo 7: Ficha estándar Black Porter

### Black Porter Nevada

Created Sunday August 23rd 2020



SULTANA BREWERING

Method: **BIAB** Style: **Robust Porter** Boil Time: **60 min** Batch Size: **20 liters** (fermentor volume) Pre Boil Size: **29.45 liters** Post Boil Size: **23.45 liters**

Pre Boil Gravity: **1.038** (recipe based estimate) Efficiency: **70%** (brewhouse) Source: **Sultana Brewing** Calories: (Per) Carbs: (Per)

|                                   |                                |                                 |                                |                                |                       |                       |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Original Gravity:<br><b>1.048</b> | Final Gravity:<br><b>1.008</b> | ABV (standard):<br><b>5.25%</b> | IBU (tinseth):<br><b>26.11</b> | SRM (morey):<br><b>48.39</b> ■ | Mash pH<br><b>n/a</b> | Cost \$<br><b>n/a</b> |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|

#### Fermentables

| Amount  | Fermentable   | Cost | PPG  | °L     | Bill % |
|---------|---|------|------|--------|--------|
| 2.10 kg | Weyermann - Pilsner                                   |      | 36   | 1.5    | 39.6%  |
| 2.20 kg | Weyermann - Pale Ale                                  |      | 39   | 2.3    | 41.5%  |
| 100 g   | Crisp Malling - Crystal 60L                           |      | 33.1 | 60     | 1.9%   |
| 220 g   | Bestmalz - BEST Chocolate - ( <i>late addition</i> )  |      | 34.5 | 337.82 | 4.2%   |
| 680 g   | Weyermann - Roasted Barley - ( <i>late addition</i> ) |      | 29.9 | 432    | 12.8%  |

**5.3 kg / \$ 0.00**

#### Hops

| Amount | Variety    | Cost | Type   | AA  | Use   | Time   | IBU   | Bill % |
|--------|------------|------|--------|-----|-------|--------|-------|--------|
| 11 g   | Magnum     |      | Pellet | 15  | Boil  | 60 min | 23.25 | 40.7%  |
| 8 g    | Fuggles    |      | Pellet | 4.5 | Boil  | 10 min | 1.84  | 29.6%  |
| 8 g    | Willamette |      | Pellet | 4.5 | Aroma | 5 min  | 1.01  | 29.6%  |

**27 g / \$ 0.00**

#### Mash Guidelines

| Amount | Description   | Type     | Temp  | Time   |
|--------|---|----------|-------|--------|
| 20 L   | Maceración escalonada, 30 minutos en 64°C, 30 minutos en 67°C y los últimos 30 minutos a 70°C | Infusion | 64 °C | 90 min |

#### Yeast

**Fermentis - Safale - American Ale Yeast US-05**

Amount: 1 Each Cost: Attenuation (custom): 81% Flocculation: Medium Optimum Temp: 12 - 25 °C Starter: No  
 Fermentation Temp: 25 °C Pitch Rate: 0.35 (Mcells/ml / °P) 83 B cells required

#### Priming

CO<sub>2</sub> Level: 2.75 Volumes

## Anexo 8: Prueba de permeabilidad del equipo

|  |  |
|--|--|
| CEVECERIA ARTESANAL "NEVADA"   |  |
| GUÍA DE PRÁCTICA   | VERSIÓN: 1   |
|  | Página 1 de 2  |
| Fecha.: 26 de octubre de 2021  | <b>Tema:</b> Prueba de permeabilidad del equipo                    |
| Duración:<br>7 días  | <b>LABORATORIO A UTILIZAR:</b><br>Planta de Fabricación de la olla |
| Objetivos de la Práctica: <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer las partes del equipo prototipo para la fermentación.</li></ul>  |  |
| Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender el uso y ensamble de las diferentes partes del equipo de fermentación.</li><li>• Realizar una prueba de hermeticidad</li></ul>  |  |
| Equipos, Materiales e Insumos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo de fermentación.</li><li>• Planta de producción.</li><li>• Indumentaria de laboratorio.</li><li>• Agua.</li></ul>  |  |
| Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"><li>• Colocamos el equipo de fermentación en el laboratorio asegurándose que este estable.</li><li>• Colocamos la llave de conexión Clamp con ayuda de la abrazadera y empaque.</li><li>• Verificamos que la llave este cerrada.</li><li>• Colocamos el agua de muestra dentro del equipo para comprobar la permeabilidad 80 litros.</li><li>• Verificamos que los componentes trabajen correctamente "Termómetro, llave, Tapa"</li><li>• Tapamos el manhole y aseguramos con la mariposa de presión.</li><li>• Dejamos reposar por 7 días.</li></ul> |  |
| Conclusiones<br><br>Cada pieza del equipo es necesaria para evitar fugas y así tener un buen funcionamiento.<br>Finalizado los 7 días no tenemos perdida de líquido por ninguna unión o conexión, el agua después de los 7 días esta echada a perder debido a las características propias de agua del grifo  |  |

Anexos:  
Prueba de permeabilidad



|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Elaborado por:                  | Jhon Édison Yupangui Lluquilema |
| Aprobado por:                   | Mgs. Edmundo Cabezas            |
| Fecha de Revisión y Aprobación: |                                 |

## Anexo 9: Informe 1 de Elaboración de cerveza

|   |  |   |
|---|--|---|
| CEVECERIA ARTESANAL "NEVADA"  |  |  |
| GUÍA DE PRÁCTICA  |  | VERSIÓN: 1  |
|   |  | Página 1 de 3   |
| Fecha.: 2 de noviembre de 2021  | <b>Tema:</b> Proceso de Elaboración de cerveza fase 1  |   |
| Duración: 10 días   | Planta de Producción Nevada  |   |
| Objetivos de la Práctica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el proceso de fermentación en el equipo prototipo.</li> </ul>   |  |   |
| Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar los procesos previos a la fermentación en la planta de Producción de cerveza artesanal.</li> <li>Realizar una prueba de fermentación</li> </ul>   |  |   |
| <b>Materiales y equipos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estufa.</li> <li>✓ Jarra medidora.</li> <li>✓ Balanza.</li> <li>✓ Frascos de vidrio.</li> <li>✓ Refractómetro.</li> <li>✓ Espumadera.</li> <li>✓ Cuchareta.</li> <li>✓ Termómetro.</li> <li>✓ Molino.</li> <li>✓ Mesas de trabajo.</li> <li>✓ Olla de cocción.</li> </ul>                                 | <b>Insumos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Malta pale ale</li> <li>✓ Malta Pilsen.</li> <li>✓ Malta Cristal 100.</li> <li>✓ Malta Chocolate.</li> <li>✓ Maltas Roasted Baley.</li> <li>✓ Levadura.</li> <li>✓ Agua.</li> </ul> |   |
| <b>Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Control de calidad de materia prima.</li> <li>Pesado de Ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3g Malta pale.</li> <li>1.3g Malta pilsner.</li> <li>0.150g Malta cristal 100.</li> <li>0.35g Malta chocolate.</li> <li>0.900g Malta Roasted Baley.</li> <li>11 gr Fermento.</li> </ul> </li> </ul> |  |   |

- 35 L Agua.

- Molido o trituración de las maltas.
- Llevamos a maceración a temperatura de 67°C a 70°C por 90 minutos.
- Filtramos y lavamos la malta con agua esterilizada manteniendo una temperatura superior de 75°C
- Retirado las maltas llevamos el mosto a cocción de 60 minutos a una temperatura de 75°C a 88°C.
- Con la ayuda de la cuchareta realizamos un batido rápido formando un torbellino en la olla este proceso es conocido como Whirlpool y no debe durar más de 10 segundos.
- Con la ayuda del equipo de enfriamiento llevamos el mosto a una temperatura de 20°C a 25°C.
- Obteniendo la temperatura deseada realizamos la inoculación de la levadura.
- Realizamos una oxigenación rápida con ayuda de un trasvase al equipo de fermentación para que se active la levadura.
- Ya en el equipo de fermentación controlamos la temperatura entre los 18°C a 25°C con un tiempo mínimo de 10 días.

**Nota:** Mantener todos los implementos necesarios limpios en todo momento, este proceso y formulación es parte de cervecía Nevada.

### Conclusiones

Se realizó el proceso para obtener cerveza de tipo “Black Porter” concluyendo con la fermentación obteniendo unos valores de 1070° Brix y un rendimiento de 19.8L.

Concluidos los 10 días de fermentación se vació el fermentador para inspeccionarlo pudiendo encontrar manchas propias del proceso sin ninguna otra novedad terminando con un producto de calidad.

### Anexos:

Medición de ° Brix y Temperatura



Elaborado por:

Jhon Édison Yupangui Lluquilema

Aprobado por:

Mgs. Edmundo Cabezas

Fecha de Revisión y Aprobación:

## Anexo 10: Informe prueba 2 Elaboración de cerveza

|  |   |   |
|--|---|---|
| CEVECERIA ARTESANAL "NEVADA"   |   |  |
| GUÍA DE PRÁCTICA   |   | Página 1 de 2   |
| Fecha.: 15 de noviembre de 2021  | <b>Tema:</b> Proceso de Elaboración de cerveza fase 2   |   |
| Duración: 10 días  | Planta de Producción Nevada   |   |
| Objetivos de la Práctica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener cerveza tipo negra “Black Porter”.</li> </ul>   |   |   |
| Objetivos específicos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el proceso de maduración de la cerveza obtenida del equipo de fermentación prototipo.</li> <li>• Obtener la cerveza embotellada lista para su comercialización</li> </ul>  |   |   |
| <b>Materiales y equipos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Barril de maduración</li> <li>✓ Frascos de vidrio.</li> <li>✓ Refractómetro.</li> <li>✓ Mangueras de ¼ pul.</li> <li>✓ Tanque de CO<sup>2</sup>.</li> <li>✓ Termómetro.</li> <li>✓ Pines de entrada y salida.</li> <li>✓ Frigorífico.</li> <li>✓ Llave bidireccional.</li> <li>✓ Tapador de botella.</li> <li>✓ Tillo.</li> </ul>  | <b>Insumos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CO<sub>2</sub></li> <li>✓ Cerveza fermentada.</li> </ul> |   |
| <b>Procedimiento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de grados brix.</li> <li>• Incorporamos el Co<sub>2</sub> realizandoun trasvase de barril e incorporando gas a la cerveza.</li> <li>• Tapamos herméticamente y llevamos a refrigeración (2°C a 8°C).</li> <li>• Llevamos a una segunda fermentación de 10 días en el barril de 20L.</li> <li>• Transcurrido el tiempo predefinido realizamos un control organoléptico de la cerveza.</li> <li>• Procedemos al embotellamiento y carbonatado con la ayuda de la llave bidireccional el tanque de CO<sub>2</sub> y las mangueras.</li> <li>• Limpieza y desinfección de botellas y tillos.</li> <li>• Secado de botellas.</li> <li>• Procedemos a sellar las botellas de 350ml con ayuda de la Tapadora.</li> </ul> <p><b>Nota:</b> El proceso de carbonatación y trasvase requieren practica para evitar desperdicios, este proceso y formulación es parte de cervecría Nevada.</p> |   |   |

## Conclusiones

- Los parámetros obtenidos finalizada la fermentación están dentro del estándar de la cerveza con valores 1008 de densidad de por lo que se procedió a continuar con el embotellado y tapado de la cerveza.
- Obtuvimos un aproximado de 17 L de cerveza lista para su comercialización teniendo 2.5 L de cerveza con residuos o partículas sedimentadas y 0.5 L de pérdida por merma o pérdida en carbonatación.

## Anexos:



Elaborado por:

Jhon Édison Yupangui Lluquilema

Aprobado por:

Mgs. Edmundo Cabezas

Fecha de Revisión y Aprobación:

**Anexo11: Ficha de control para Elaboración de cerveza “Black Porter”**

| FICHA DE CONTROL PARA ELABORACIÓN DE CERVEZA |                                  |                  |                 |             |
|--|----------------------------------|------------------|-----------------|-------------|
| Estilo:                                      | Black Porter                     | Encargado:       | Cristian Zúñiga | N° Envases: |
| Fecha<br>Elaboración:                        | Martes 2 de noviembre<br>de 2021 | Tamaño del lote: | 20              | 54          |
| Hora de inicio:                              | 8:00 a.m                         | Lote:            | Rbb pp11052113  |             |
| CONTROL INICIAL                              | GRANOS                           |                  |                 |             |
|  | Tipos                            | Cantidad (kg)    |                 |             |
|  | Pale ale                         | 2200             |                 |             |
|  | Pilsener                         | 2100             |                 |             |
|  | Cristal 100                      | 100              |                 |             |
|  | Chocolate                        | 220              |                 |             |
|  | Roasted Baley                    | 680              |                 |             |
|  | Peso total granos:               | 5300             |                 |             |
| MACERADO                                     |                                  |                  |                 |             |
|  | Hora inicio:                     | 9:50 a.m.        | Hora fin:       | 11:20 a.m.  |
|  | Litros de agua macerado:         | 20               | Temp. Inicial:  | Escalonado  |
|  | ph:                              | 5,3              | Temp. Final:    |             |
|  | Granos a incorporar              | Kg               | Detalle         |             |
|  | Pale ale                         | 2200             | 64°C X 30 min   |             |
|  | Pilsner                          | 2100             | 67°C X 30 min   |             |
|  | Cristal 100                      | 100              | 70°C X 30 min   |             |
|  | Chocolate                        | 220              |                 |             |
|  | Roasted Baley                    | 680              |                 |             |
|  |                                  |                  |                 |             |

|                    |                                  |          |                 |            |
|--------------------|----------------------------------|----------|-----------------|------------|
|                    | TOTAL                            |          |                 |            |
|                    |                                  |          |                 |            |
|                    | Densidad 1er mosto:              | 1060     |                 |            |
|                    |                                  |          |                 |            |
|                    | Lavado. Volumen<br>(lt/agua):    | 10       | Temperatura     | 70°C       |
|                    |                                  |          |                 |            |
| COCCIÓN            | Hora inicio:                     | 12:50    | Hora fin:       | 13:50      |
|                    | Litros:                          | 20       | Tiempo:         | 60 min     |
|                    | Densidad preincial:              | 1060     |                 |            |
|                    |                                  |          |                 |            |
|                    | Lupulización                     | Variedad | gramos          | Tiempo     |
|                    | 1 ° Amargor                      | Magnun   | 11              | 60 min     |
|                    | 2 ° Sabor                        | WillMAte | 8               | 50 min     |
|                    | 3 ° Olor                         | Willmate | 8               | 55 min     |
|                    |                                  |          |                 |            |
|                    | Agua extra. Volumen<br>(litros): |          | Clarificante:   | Ninguno    |
|                    | Densidad final:                  | 1049     | Enfriado (t):   |            |
|                    |                                  |          | Reposo(t):      |            |
|                    |                                  |          |                 |            |
| 1°<br>Fermentación | Fecha de inicio                  | 5/1/1900 |                 |            |
|                    | Hora:                            | 0:00     | Temperatura:    | 20°        |
|                    | Litros:                          | 20       | Densidad final: | 1008       |
|                    | Levadura (gr):                   |          | Fecha fin:      | 11/11/2021 |

|                         |                    |                 |            |            |
|-------------------------|--------------------|-----------------|------------|------------|
| Trasvase                | Fecha inicio:      | 11/11/2021      | Fecha fin: | 15/11/2021 |
|                         | Clarificante:      | Ninguna         |            |            |
|                         | Temperatura (°C):  | 20°C            |            |            |
|                         |                    |                 |            |            |
| Maduración              | Fecha inicio:      | 15/10/2021      |            |            |
|                         | Fecha fin:         | 25/10/2021      |            |            |
|                         | Temperatura (°C):  | 2-7°C           |            |            |
|                         | Numero de envases: | 1               |            |            |
| DATOS FINALES           |                    | CARBONATACIÓN   |            |            |
| Gravedad original:      | 1048               | Artificial:     | CO2        |            |
| Gravedad final:         | 1010               | Presión (PSI):  | 30         |            |
| IBU:                    | 26,11              | Temperatura:    | 20°        |            |
| COLOR:                  | 48,38 srm          |                 |            |            |
| ° alc:                  | 5,5                | Natural:        | Ninguna    |            |
| Gravedad antes hervida: | 60 min             | Tipo de azúcar: | Ninguna    |            |
|                         |                    | Cantidad (gr):  | Ninguna    |            |

## Anexo 12: Entrevista inicial para el desarrollo del prototipo de la máquina.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Esta entrevista hace parte del trabajo para el desarrollo de un prototipo para la fermentación de cerveza artesanal obteniendo las reseñas del equipo una vez concluida la prueba evaluando la experiencia y comportamiento del equipo.

| Datos del entrevistado | <b>Nombre:</b> Cristhian Javier Zuñiga   |  |
|------------------------|--|--|
|                        | <b>Formación académica:</b> Ingeniero Agroindustrial                                     |  |
|                        | <b>Fecha:</b> 28 de noviembre del 2021   |  |
|                        | <b>Cargo en la empresa:</b> Gerente General  |  |
|                        | <b>Ubicación de la empresa:</b> Riobamba Sector universidad Nacional Campus norte        |  |
| Ítem                   | Pregunta   | Respuesta  |
| 1                      | ¿Durante el proceso de fermentación encontró alguna anomalía o desperfecto en el equipo? | Durante el proceso de fermentación ninguno, previo a la utilización existían manchas las cuales se tuvo que limpiar vigorosamente. |
| 2                      | ¿Existió alguna duda sobre algún componente del equipo?                                  | Si en caso de algún daño en el empaque de la tapa como se le puede arreglar.   |
| 3                      | ¿Las medidas del equipo se consideran adecuadas para su proceso de fermentación?         | Para el espacio dentro del área de producción gracias al modelo podemos colocarlo en un espacio                                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | adecuado y estable en el que no interfiere o entorpece a otros procesos.  |
| 4 | ¿Existe algún elemento que considere necesario implementar dentro del equipo?                          | Al momento de que se encuentra con el contenido hace un poco difícil el transporte o movilidad del equipo por lo que hace necesario unas llantas con seguro para facilitar esto.  |
| 5 | ¿El equipo cumple con el objetivo dentro de la fábrica de producción?                                  | Si el modelo y construcción nos ayuda a no tener mermas al momento del vaciado pudiendo inclusive realizar un separado de partículas sólidas evitando tener desperdicios y un mejor rendimiento.  |
| 6 | ¿Cuáles son las mejoras con el equipo prototipo de fermentación en el proceso de obtención de cerveza? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenemos un mejor aprovechamiento de la planta de producción.</li> <li>• La capacidad y características del equipo nos permite aumentar la producción teniendo un mejor control gracias al termómetro.</li> </ul> |
| 7 | ¿Existe alguna manera de obtener un mejor aprovechamiento del equipo de fermentación?                  | Si gracias al diseño del equipo podemos realizar algunas modificaciones para convertirlo en una cámara de maduración.   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 8 | ¿Cuáles serían las modificaciones para que sea utilizado como cámara de maduración? | Entre las más necesarias son conexiones para tanque de co2 y otro es tener un área de refrigeración amplio donde entre el equipo. |
|---|---|---|

**Nota:** Estas preguntas corresponden a una entrevista semiestructurada con la cual podemos comparar las expectativas y realidad del uso de nuestro equipo.

### Anexo 13: Entrevista final para el desarrollo del prototipo de la máquina.

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

#### FACULTAD DE INGENIERÍA

#### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Esta entrevista hace parte del trabajo para el desarrollo de un prototipo para la fermentación de cerveza artesanal obteniendo las reseñas del equipo una vez concluida la prueba evaluando la experiencia y comportamiento del equipo.

|                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| Dato<br>del<br>entrevistado | <b>Nombre:</b> Cristhian Javier Zuñiga   |  |
|                             | <b>Formación académica:</b> Ingeniero Agroindustrial                                     |  |
|                             | <b>Fecha:</b> 28 de noviembre del 2021   |  |
|                             | <b>Cargo en la empresa:</b> Gerente General  |  |
|                             | <b>Ubicación de la empresa:</b> Riobamba Sector universidad Nacional Campus norte        |  |
| Ítem                        | Pregunta   | Respuesta  |
| 1                           | ¿Durante el proceso de fermentación encontró alguna anomalía o desperfecto en el equipo? | Durante el proceso de fermentación ninguno, previo a la utilización existían manchas las cuales se tuvo que limpiar vigorosamente.                                       |
| 2                           | ¿Existió alguna duda sobre algún componente del equipo?                                  | Si en caso de algún daño en el empaque de la tapa como se le puede arreglar.   |
| 3                           | ¿Las medidas del equipo se consideran adecuadas para su proceso de fermentación?         | Para el espacio dentro del área de producción gracias al modelo podemos colocarlo en un espacio adecuado y estable en el que no interfiere o entorpece a otros procesos. |
| 4                           | ¿Existe algún elemento que considere necesario implementar dentro del equipo?            | Al momento de que se encuentra con el contenido hace un poco difícil el transporte o movilidad del equipo por lo que   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | hace necesario unas llantas con seguro para facilitar esto.   |
| 5 | ¿El equipo cumple con el objetivo dentro de la fábrica de producción?                                  | Si el modelo y construcción nos ayuda a no tener mermas al momento del vaciado pudiendo inclusive realizar un separado de partículas sólidas evitando tener desperdicios y un mejor rendimiento.  |
| 6 | ¿Cuáles son las mejoras con el equipo prototipo de fermentación en el proceso de obtención de cerveza? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenemos un mejor aprovechamiento de la planta de producción.</li> <li>• La capacidad y características del equipo nos permite aumentar la producción teniendo un mejor control gracias al termómetro.</li> </ul> |
| 7 | ¿Existe alguna manera de obtener un mejor aprovechamiento del equipo de fermentación?                  | Si gracias al diseño del equipo podemos realizar algunas modificaciones para convertirlo en una cámara de maduración.   |
| 8 | ¿Cuáles serían las modificaciones para que sea utilizado como cámara de maduración?                    | Entre las más necesarias son conexiones para tanque de co2 y otro es tener un área de refrigeración amplio donde entre el equipo.   |

**Nota:** Estas preguntas corresponden a una entrevista semiestructurada con la cual podemos comparar las expectativas y realidad del uso de nuestro equipo.

## **Anexo 14: Puntos de control de cerveza.**

### **Control de puntos de calidad según captación:**

**1.- Cuerpo:** La característica para este tipo de cerveza negra tipo Black Porter según el productor es de un jugo simple, en este punto de calidad comparamos su densidad con la densidad de otras bebidas más reconocidas.

- 1.- Agua simple
- 2.- Jugo
- 3.- Batido

Tenemos un 80% de personas que indican que su cuerpo es comparado con un jugo y un 20% con agua simple.

- 2.- Sensación en lengua: una buena gasificación nos indica la sensación en lengua para esta cerveza su sensación debe ser ligera a pronunciada.
- 1.- Ninguna Sensación
- 2.- Ligero picazón
- 3.- Picazón pronunciada

Tenemos un 80% de personas que nos indica que existe una ligera picazón a la lengua y un 20% con una picazón pronunciada.

**3.- Retención de espuma:** Toda cerveza debe tener un porcentaje de retención de espuma en nuestra cerveza esta característica debe estar presente por un largo tiempo visible, aunque sea una fina capa.

- 1.- Presente poco tiempo
- 2.- Presente bastante tiempo
- 3.- Ninguna presencia

Tenemos un resultado que el 100% de personas observan una retención de espuma larga en el vaso.

**4.- Olor:** cada una tiene su olor pronunciado a levadura, olores dulces Fuertes, maderada etc., Para el tipo “Black Porter” debe tener un olor fuerte a café o incluso madera quemada.

- Café
- 2.- Chocolate
- 3.- Otro, Detalle

El 60% de las personas perciben un olor a café, el 40% a chocolate y el 20% a madera chamuscada

- 5.- Sabor: existen una infinidad de sabores según el tipo de cerveza en nuestra “Black Porter” su sabor de ese característico a café, chocolate semiamargo, o un tanto amargo.
- 1.- Agua podrida
- 2.- Pan recién echo
- Otro, detalle.

El 100% de las personas nos indica que si tenemos cerveza.

**6.- Alcoholes superiores:** Aquí evaluamos el principal golpe al momento de catar la cerveza lo normal en nuestra “Black Porter” es que no posea el olor fuerte a alcohol Etílico.

- 1.- Fuerte olor a alcohol
- 2.- Olor característico de cerveza

El 100% de las personas indican que la primera sensación es de una cerveza fuerte.

**7.- Clarificación:** Este punto medimos el color de la cerveza por ser una cerveza negra no aplica este punto de control, su color es negro.

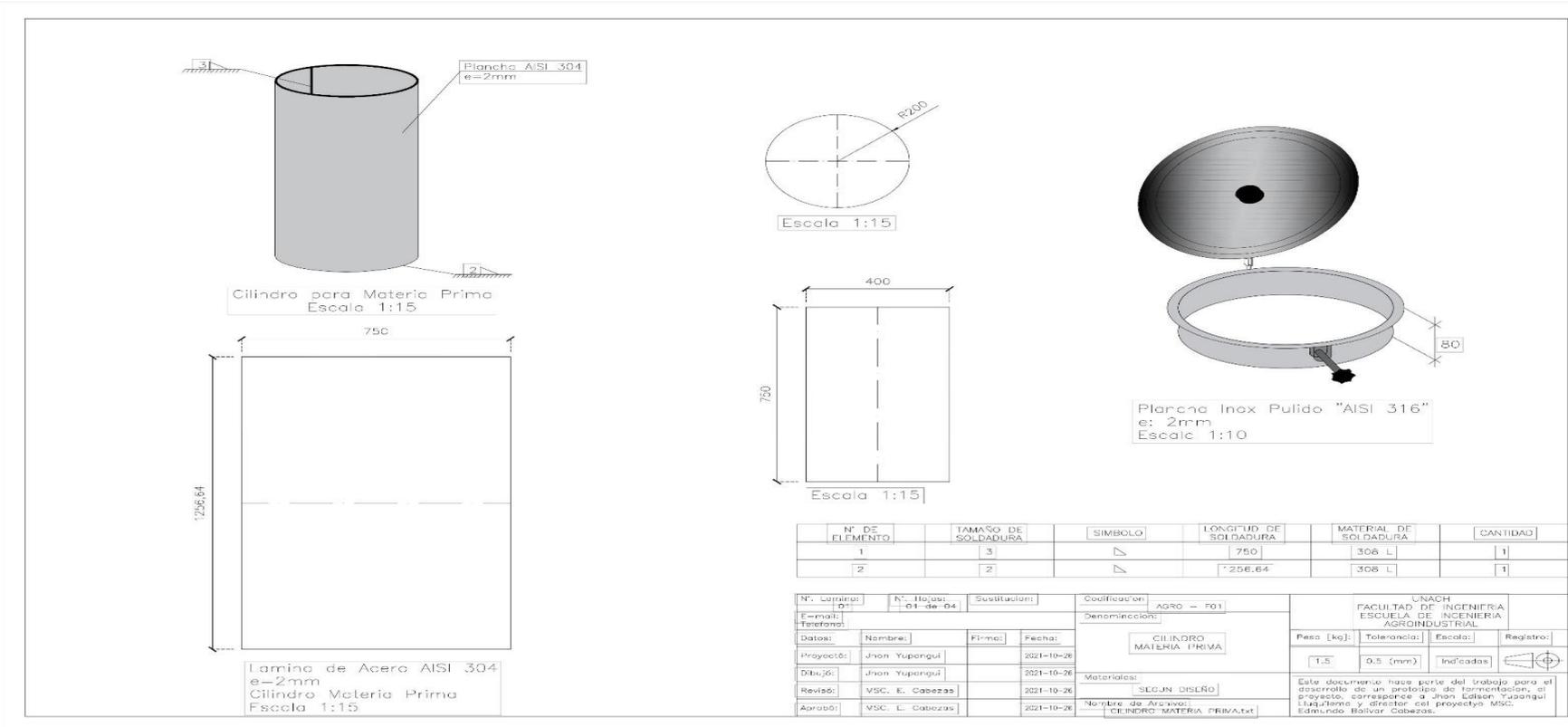
No aplica

**8.- Turbidez:** Para evaluar turbidez en la cata debemos tener un instrumento especifico por lo que no se puede aplicar en esta valoración

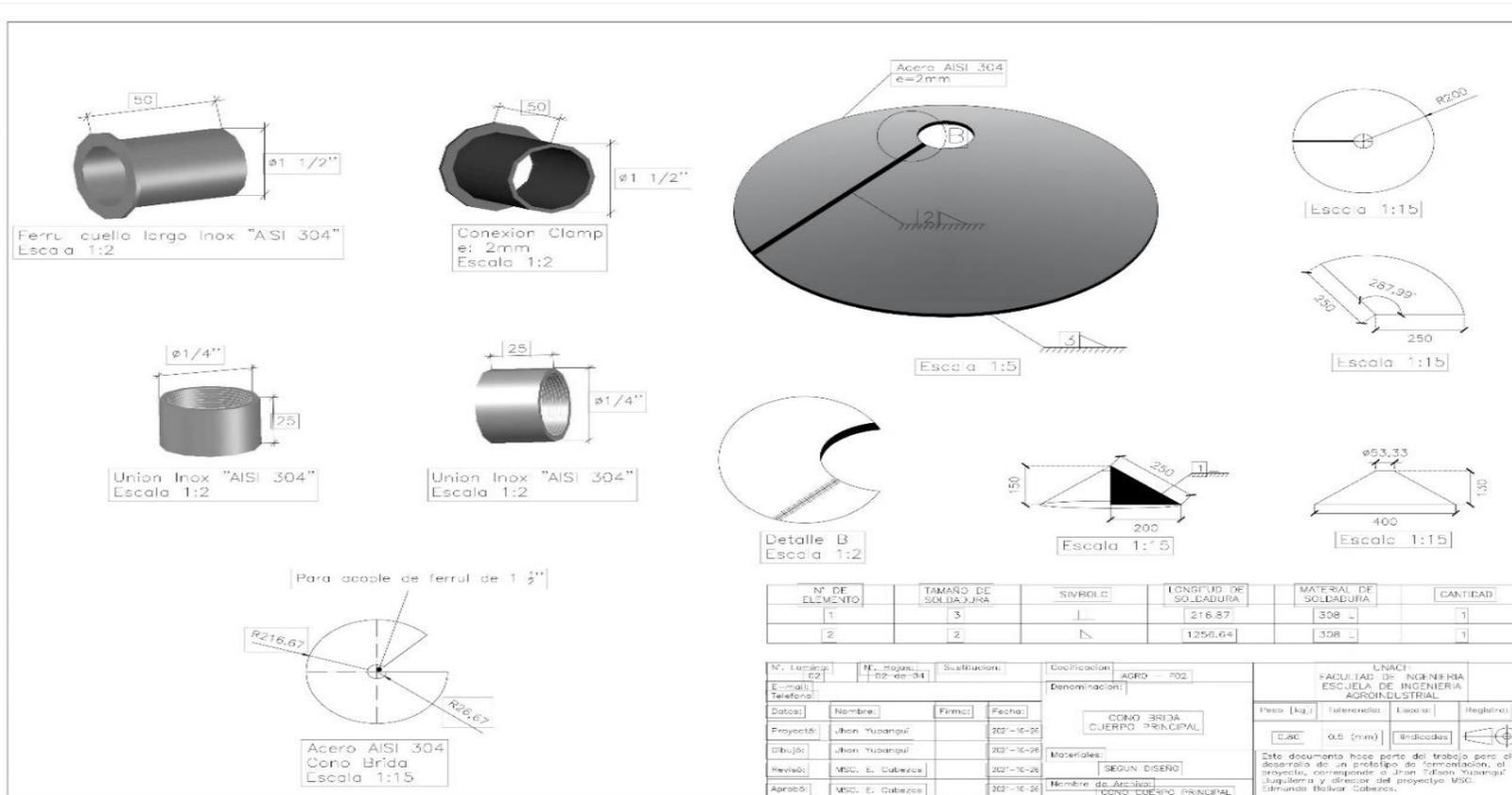
No aplica

**Anexo 16: Plano del Equipo de fermentación.**

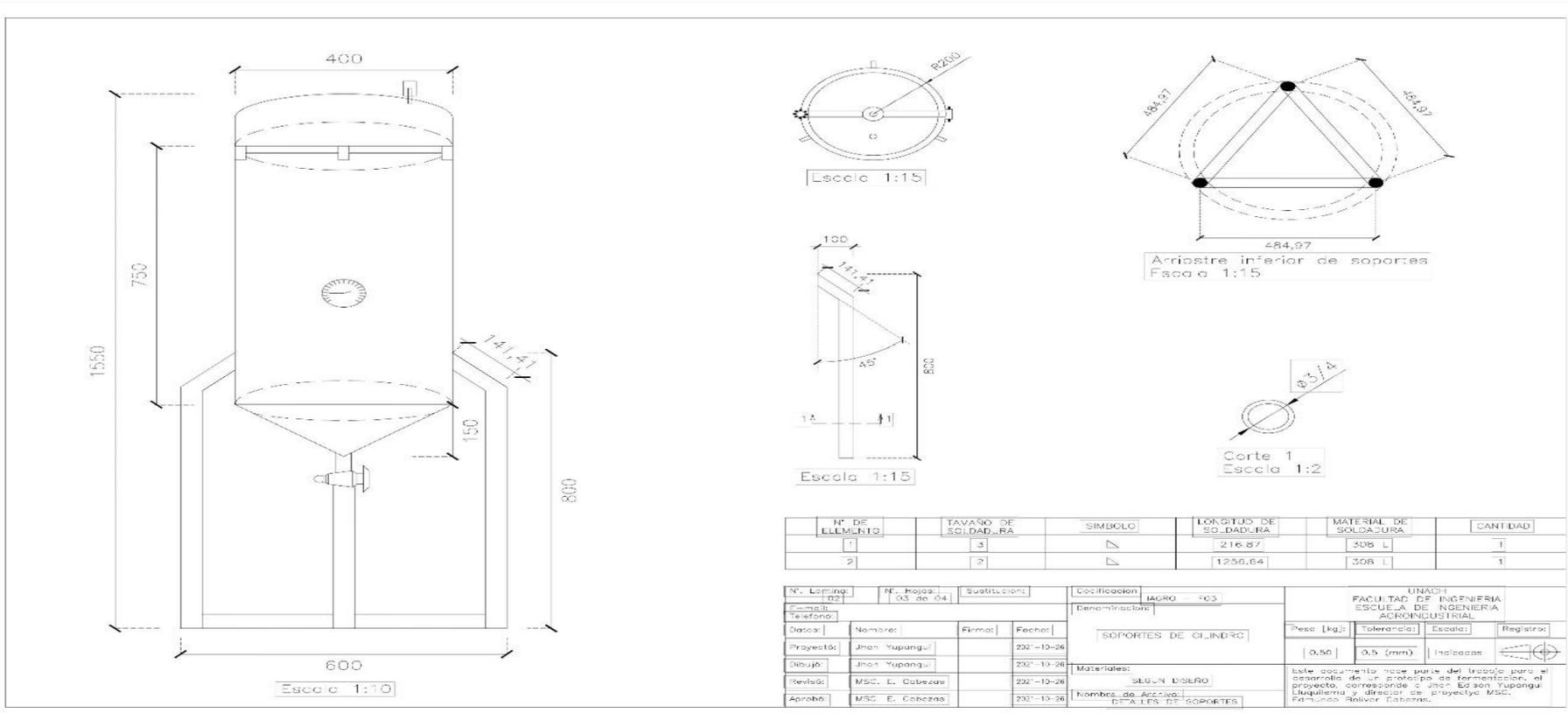
A



B



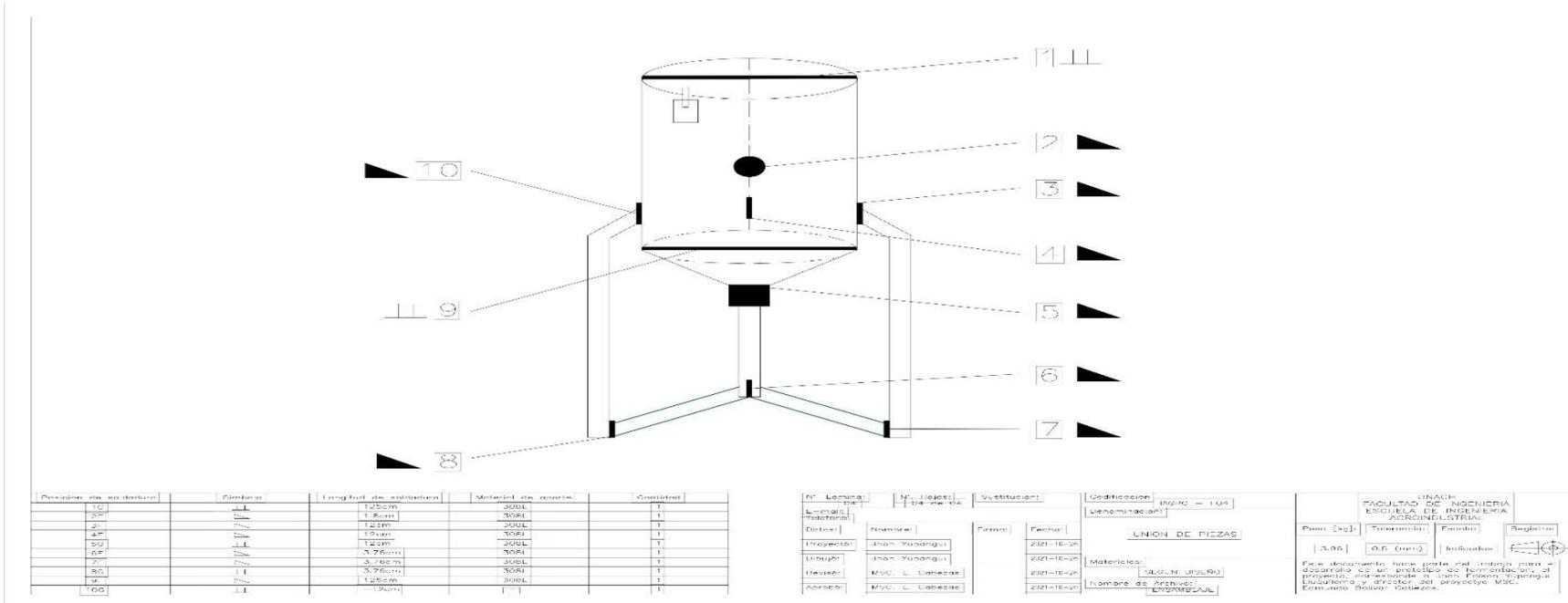
C



| Nº DE ELEMENTO | TAMAÑO DE SOLDADURA | SÍMBOLO | LONGITUD DE SOLDADURA | MATERIAL DE SOLDADURA | CANTIDAD |
|----------------|---------------------|---------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 1              | 3                   | ∟       | 216.87                | 308 L                 | 1        |
| 2              | 2                   | ∟       | 1256.64               | 308 L                 | 1        |

|                                       |                                    |                  |   |   |              |           |  |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|---|---|--------------|-----------|--|
| N.º Lapicera: 02                      | N.º Hojas: 03 de 04                | Sustitución:     | Calificación: IAGRO 403   | UNACH<br>FACULTAD DE INGENIERÍA<br>ESCUELA DE INGENIERÍA ACROINGUSTRIAL |              |           |  |
| Fecha:                                | Denominación: SOPORTES DE CILINDRO |                  | Peso (kg):  | Tolerancia:   | Escala:      | Registro: |  |
| Diseño: Jhon Yupangui                 | Firma:                             | Fecha: 202-10-26 | 0.50  | 0.5 (mm)  | Indicaciones |           |  |
| Proyecto: Jhon Yupangui               | Revisó: MSC. E. Cabezas            |                  | Materiales: SEBUN DISEÑO  |   |              |           |  |
| Dibujo: Jhon Yupangui                 | Aprobó: MSC. E. Cabezas            |                  | Este documento hace parte del trabajo para el desarrollo de un proceso de fermentación, el proyecto, correspondiente a Jhon Edson Yupangui Inequien y director de Proyecto: Maco Edmundo Bolívar Cabezas. |   |              |           |  |
| Nombre de Archivo: REALES DE SOPORTES |                                    |                  |   |   |              |           |  |

D



**Autor:** (Yupangui J. 2021)

**Interpretación:**

**A:** Plano de Cilindro y manhole **B:** Plano de Cono y accesorios **C:** Cuerpo del equipo **D:** Unión de Piezas

## Anexo 17: Proformas



TECNIACEROS ECUADOR S.A.

TECNIACEROS S. A.

RUC 1793080812001

TELEFONOS: 025032857-0982754116

**Cliente:** CONSUMIDOR FINAL  
**RUC:** 999999999999999999  
**Direccion:** CONSUMIDOR FINAL  
**Telefonos:**  
**Fecha:** 12/10/2021

**PROFORMA**

P000000381

| CODIGO    | DESCRIPCION  | CANTIDAD | PRECIO | DESC. | SUBTOTAL |
|-----------|--|----------|--------|-------|----------|
| MANHO10   | MANHOLE INOX SANITARIO 304 400 X 100 X 3MM PRESION ATMOSFÉRICA | 1,00     | 220,00 | 15,00 | 187,00   |
| TERPZ005  | TERMOPOZO INOX 316 1/2" X 3/4" X 2 1/2"                        | 1,00     | 60,83  | 15,00 | 51,71    |
| TERM0004  | TERMOMETRO DIAL 2" -20-60°C HORIZONTAL 1/4" BUL 2 1/2"         | 1,00     | 54,55  | 15,00 | 46,37    |
| FIS316L04 | FERRUL INOX 316L SANITARIO CUELLO LARGO 1 1/2"                 | 1,00     | 3,43   | 15,00 | 2,92     |
| EEPDM00   | EMPAQUE SANITARIO EPDM P/FERRUL 1 1/2"                         | 1,00     | 0,50   | 15,00 | 0,42     |
| A0002     | ABRAZADERA INOX 304 SANITARIA 1" - 1 1/2"                      | 1,00     | 3,60   | 15,00 | 3,06     |
| VMIS0021  | VALVULA MARIPOSA INOX 316L SANITARIA 1 1/2" CLAMP              | 1,00     | 55,26  | 15,00 | 46,97    |

\* Productos y Servicios Sujetos a Impuestos, no estan incluidos en la proforma

**Observaciones:**

MATERIAL EN STOCK.  
 ENTREGA INMEDIATA.  
 FORMA DE PAGO CONTADO.  
 ATT: SUÁREZ SHALOM.

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| <b>SUBTOTAL</b>      | <b>398,17</b> |
| <b>DESCUENTO</b>     | <b>59,73</b>  |
| <b>SUBTOTAL NETO</b> | <b>338,44</b> |
| <b>SUBTOTAL 0%</b>   | <b>0,00</b>   |
| <b>SUBTOTAL 12 %</b> | <b>338,44</b> |
| <b>IVA 12 %</b>      | <b>40,61</b>  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>379,06</b> |



TECNIACEROS ECUADOR S.A.  
TECNIACEROS S. A.

RUC 1793080812001

TELEFONOS: 025032857-0982754116

Cliete: CONSUMIDOR FINAL  
RUC: 9999999999999  
Direccion: CONSUMIDOR FINAL  
Telefonos:  
Fecha: 12/10/2021

PROFORMA

P000000381

| CODIGO    | DESCRIPCION  | CANTIDAD | PRECIO | DESC. | SUBTOTAL |
|-----------|--|----------|--------|-------|----------|
| MANHO10   | MANHOLE INOX SANITARIO 304 400 X 100 X 3MM PRESION ATMOSFERICA | 1,00     | 220,00 | 15,00 | 187,00   |
| TERM0004  | TERMOMETRO DIAL 2" -20-60°C HORIZONTAL 1/4" BUL 2 1/2"         | 1,00     | 54,55  | 15,00 | 46,37    |
| FIS316L04 | FERRUL INOX 316L SANITARIO CUELLO LARGO 1 1/2"                 | 1,00     | 3,43   | 15,00 | 2,92     |
| EEPDM00   | EMPAQUE SANITARIO EPDM P/FERRUL 1 1/2"                         | 1,00     | 0,50   | 15,00 | 0,42     |
| A0002     | ABRAZADERA INOX 304 SANITARIA 1" - 1 1/2"                      | 1,00     | 3,60   | 15,00 | 3,06     |
| VMIS0021  | VALVULA MARIPOSA INOX 316L SANITARIA 1 1/2" CLAMP              | 1,00     | 55,26  | 15,00 | 46,97    |

\* Productos y Servicios Sujetos a Impuestos, no estan incluidos en la proforma

Observaciones:

MATERIAL EN STOCK.  
ENTREGA INMEDIATA.  
FORMA DE PAGO CONTADO.  
ATT: SUÁREZ SHALOM.

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| <b>SUBTOTAL</b>      | <b>337,34</b> |
| <b>DESCUENTO</b>     | <b>50,60</b>  |
| <b>SUBTOTAL NETO</b> | <b>286,74</b> |
| <b>SUBTOTAL 0%</b>   | <b>0,00</b>   |
| <b>SUBTOTAL 12 %</b> | <b>286,74</b> |
| <b>IVA 12 %</b>      | <b>34,41</b>  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>321,15</b> |



Av. Diego de Vásquez N72-72 / Prados del Oeste PB (Poncaano)  
 Teléfonos: 2479-692 2478-536  
 Celular: 094690232  
 E-mail: tuvalco.ventas@ferrituvalco.com /  
 ferrituvalvo@ferrituvalco.com  
 Web: www.ferrituvalco.com  
 Quito - Ecuador

**PROFORMA No. 4194**

QUITO, 10 de septiembre de 2021

SEÑORES: **CONSUMIDOR FINAL**

RUC/CI: 999999999

ATT:

TELEF.:

DIRECCION:

CORRESPONDIENDO A SU AMABLE SOLICITUD, NOS COMPLACE OFERTAR EL SIGUIENTE MATERIAL

| No. | CANT. | DESCRIPCION  | V. UNIT. | V. TOTAL |
|-----|-------|--|----------|----------|
| 1   | 1.00  | SSS 316L MANHOLE CIRCULAR SUPERIOR 400MM ATM PRESION ATMOSFERICA | 275.50   | 275.50   |
| 2   | 1.00  | SSS 316L MIRILLA SANIT TUBULAR C/P CLAMP 1 1/2"                  | 68.00    | 68.00    |
| 3   | 1.00  | SSS 304 MIRILLA SANITARIA S 3" SMS                               | 80.90    | 80.90    |
| 4   | 1.00  | SSS 316L MIRILLA SANITARIA S 4" SMS                              | 120.00   | 120.00   |
| 5   | 1.00  | SSS 316L JUEGO DE NIVEL (SUP-INF) 1 1/2" CLAMP                   | 120.75   | 120.75   |
| 6   | 1.00  | TERMOMETRO SS 3" D 2.5" B TH 1/2" NPT 0-115 °C W                 | 55.69    | 55.69    |
| 7   | 1.00  | SS VAL SEGUR/ALIV IO M-H SM 1/2" NPT 20 PSI ZAES CON/PALANCA     | 138.00   | 138.00   |
| 8   | 1.00  | SSS 316L VALVULA TOMA MUESTRA CLAMP 1 1/2"                       | 47.50    | 47.50    |
| 9   | 1.00  | SSS 304 FERRUL LARGO 1 1/2"                                      | 3.00     | 3.00     |
| 10  | 2.00  | SSS 304 ABRAZADERA 1" - 1 1/2" PARA FERRUL                       | 3.40     | 6.80     |
| 11  | 2.00  | SSS EMPAQUE EPDM P/FERRUL 1 1/2"                                 | 0.45     | 0.90     |
| 12  | 1.00  | SSS 316L VALVULA BOLA CLAMP 1" 2P                                | 45.00    | 45.00    |
| 13  | 1.00  | SSS 316L ADAPTADOR MANGUERA 1/2"- CLAMP 1 1/2"                   | 9.00     | 9.00     |
| 14  | 1.00  | SSS 304 TUBO PULIDO SANITARIO 1" C/6M E=1.5MM                    | 52.30    | 52.30    |
| 15  | 1.00  | SSS 316L TUBO SIN COSTURA SANIT 3/4" C/6M E=1.5MM                | 61.94    | 61.94    |

VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DIAS

SUBTOTAL: 1,085.28

TIEMPO DE ENTREGA:

20% DSCTO.: 217.06

FORMA DE PAGO:

VALOR NETO: 868.22

IVA: 104.19

**TOTAL: 972.41**

OFICINA QUITO 2  
 DEPARTAMENTO DE VENTAS



Av. Diego de Vásquez N72-72 / Prados del Oeste PB (Poncaano)  
 Teléfonos: 2479-692 2478-536  
 Celular: 094690232  
 E-mail: [tualco.ventas@ferrituvalco.com](mailto:tualco.ventas@ferrituvalco.com) /  
[ferrituvalvo@ferrituvalco.com](mailto:ferrituvalvo@ferrituvalco.com)  
 Web: [www.ferrituvalco.com](http://www.ferrituvalco.com)  
 Quito - Ecuador

## PROFORMA No. 4194

QUITO, 10 de septiembre de 2021

SEÑORES: **CONSUMIDOR FINAL**

RUC/CI: 999999999

ATT:

TELEF.:

DIRECCION:

CORRESPONDIENDO A SU AMABLE SOLICITUD, NOS COMPLACE OFERTAR EL SIGUIENTE MATERIAL

| No. | CANT. | DESCRIPCION   | V. UNIT. | V. TOTAL |
|-----|-------|---|----------|----------|
| 1   | 1.00  | SSS 316L MANHOLE CIRCULAR SUPERIOR 400MM ATM PRESION<br>ATMOSFERICA | 275.50   | 275.50   |
| 2   | 1.00  | SSS 316L MIRILLA SANIT TUBULAR C/P CLAMP 1 1/2"                     | 68.00    | 68.00    |
| 3   | 1.00  | SSS 304 MIRILLA SANITARIA S 3" SMS                                  | 80.90    | 80.90    |
| 4   | 1.00  | SSS 316L MIRILLA SANITARIA S 4" SMS                                 | 120.00   | 120.00   |
| 5   | 1.00  | SSS 316L JUEGO DE NIVEL (SUP-INF) 1 1/2" CLAMP                      | 120.75   | 120.75   |
| 6   | 1.00  | TERMÓMETRO SS 3" D 2.5" B TH 1/2" NPT 0-115 °C W                    | 55.69    | 55.69    |
| 7   | 1.00  | SS VAL SEGUR/ALIV IO M-H SM 1/2" NPT 20 PSI ZAES<br>CON/PALANCA     | 138.00   | 138.00   |
| 8   | 1.00  | SSS 316L VALVULA TOMA MUESTRA CLAMP 1 1/2"                          | 47.50    | 47.50    |
| 9   | 1.00  | SSS 304 FERRUL LARGO 1 1/2"   | 3.00     | 3.00     |
| 10  | 2.00  | SSS 304 ABRAZADERA 1" - 1 1/2" PARA FERRUL                          | 3.40     | 6.80     |
| 11  | 2.00  | SSS EMPAQUE EPDM P/FERRUL 1 1/2"                                    | 0.45     | 0.90     |
| 12  | 1.00  | SSS 316L VALVULA BOLA CLAMP 1" 2P                                   | 45.00    | 45.00    |
| 13  | 1.00  | SSS 316L ADAPTADOR MANGUERA 1/2"- CLAMP 1 1/2"                      | 9.00     | 9.00     |
| 14  | 1.00  | SSS 304 TUBO PULIDO SANITARIO 1" C/6M E=1.5MM                       | 52.30    | 52.30    |
| 15  | 1.00  | SSS 316L TUBO SIN COSTURA SANIT 3/4" C/6M E=1.5MM                   | 61.94    | 61.94    |
| 16  | 1.00  | SSS 316L MANHOLE CIRCULAR SUPERIOR 300MM ATM PRESION<br>ATMOSFERICA | 177.48   | 177.48   |

VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 DIAS

TIEMPO DE ENTREGA:

FORMA DE PAGO:

SUBTOTAL: 1,262.76

20% DSCTO.: 252.55

VALOR NETO: 1,010.21

IVA: 121.23

**TOTAL: 1,131.44**

OFICINA QUITO 2  
 DEPARTAMENTO DE VENTAS