

# PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA DE FABRICACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE LOTES DE 50 LITROS EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO

Fuelantala Fuelantala Luis Edwin, Revelo Estrada Andrés David.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño  
Pasto Nariño

[edwinfuelan@gmail.com](mailto:edwinfuelan@gmail.com), [andresdavidre95@gmail.com](mailto:andresdavidre95@gmail.com)

**Resumen** — En el presente artículo se describe el proyecto en el que se planteó el diseño y construcción de un prototipo de máquina automatizada de fabricación de cerveza artesanal de lotes de 50 litros en la ciudad de Pasto, teniendo en cuenta que los productores de cerveza artesanal al momento de su elaboración, se ven enfrentados con el problema de que no cuentan con la tecnología que les permita un buen control de las variables que se presentan en cada uno de los procesos. Por ello, se desarrolló y se logró la construcción del prototipo de máquina automatizada para elaborar cerveza artesanal que ofrece a los fabricantes la posibilidad de mejorar y mantener un control adecuado en cada proceso, teniendo en cuenta que se requiere cuidado especial en las variables que se presentan como: temperatura, tiempo, pH, presión, densidad; además contribuyendo a que el productor tenga mayores oportunidades de participar en el negocio de la cerveza artesanal adquiriendo mayor estabilidad y sostenibilidad económica y pueda ofrecer un producto de calidad obtenido por un proceso tecnificado y estandarizado, implementado en el prototipo, brindando al productor de cerveza mayor tiempo para que sea aprovechado en diferentes actividades, gracias a la automatización que tiene la máquina.

**Abstract**— This article describes the project in which the design and construction of an automated machine brewing machine prototype of 50-liter batches in the city of Pasto was considered, taking into account that the producers of craft beer at the time of their elaboration, they are faced with the problem that they do not have the technology that allows them a good control of the variables that are presented in each of the processes. For this reason, the construction of the automated machine prototype for brewing craft was developed and achieved, which offers manufacturers the possibility of improving and maintaining adequate control in each process, taking into account that special care is required in the variables that are present as: temperature, time, pH, pressure, density; also contributing to the producer having greater opportunities to participate in the craft beer business acquiring greater stability and economic sustainability and can offer a quality product obtained by a technified and standardized process, implemented in the prototype, providing the beer producer with greater time to be used in different activities, thanks to the automation that the machine has. In this way, we seek to move from an artisanal production to a fully industrial one in the production of chia-based gelatins, providing added value such as unit packaging, which will contribute to the aesthetics of the final product and therefore its commercialization.

**Índice de Términos** – Mosto, lúpulo, malta, automatización, maceración, cocción, fermentación, levadura, actuador.

## I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de cerveza es uno de los primeros procesos bioquímicos descubiertos por la humanidad, se produce desde hace aproximadamente diez mil años, pero las técnicas han cambiado y evolucionado hasta la actualidad.

En Colombia la reaparición de la fabricación de cerveza artesanal, comienza hace poco más de una década, buscando rescatar aquella tradición cervecera del pasado que había desaparecido, debido a la industrialización y al monopolio que está encabezado por la empresa Bavaria.

En la actualidad las oportunidades que tiene el pequeño productor de cerveza artesanal en la Ciudad de Pasto y el Departamento de Nariño en general, son escasas en cuanto a la estabilidad y sostenibilidad, debido a la falta de tecnología (mecánica, automatizada y técnica) en los procesos para la fabricación de este tipo de cerveza, siendo esto una limitante para la productividad, teniendo en cuenta el tiempo y la estandarización que el proceso requiere.

La fabricación de cerveza artesanal, ofrece un mayor potencial de desarrollo en la ciudad ya que su mercado, ha tenido una gran expansión en el país atendiendo a los diferentes gustos de los consumidores, éste proceso busca generar un desarrollo importante en la publicidad y en el valor agregado de productos artesanales de la región.

Por tanto y para lograr que muchos inversionistas se interesen en el mercado de la cerveza artesanal, lo cual aumenta las oportunidades de empleo y mejora la viabilidad de pequeñas empresas, se desarrolló este proyecto que se enfocó en la construcción de un prototipo de máquina automatizado de fabricación de cerveza artesanal, conformado por componentes mecánicos eléctricos y electrónicos de última tecnología, presentando la innovación en el proceso de maceración, porque se implementarán dispositivos que ayudan a controlar las distintas escalas de temperatura y tiempo que este requiere, además de lograr un punto de PH óptimo para la fabricación de cerveza.

## II. OBJETIVOS

- Implementar un prototipo de máquina automatizada de fabricación de cerveza artesanal de lotes de 50 litros en San Juan de Pasto.
- Recopilar información del estado del arte y técnica de requerimientos funcionales y no funcionales del proceso de fabricación de cerveza artesanal.
- Diseñar el prototipo de máquina para la fabricación de cerveza Artesanal de 50 litros según requerimientos técnicos.
- Construir el prototipo de máquina para la fabricación de cerveza Artesanal de 50 litros.
- Elaborar manuales de pruebas, mantenimiento y manejo del prototipo de máquina para la fabricación de cerveza Artesanal de 50 litros.

## III. METODOLOGÍA

El método que se emplea en este trabajo es deductivo, ya que se toma como referente estudios y máquinas similares, de las cuales se acogerá hipótesis planteadas que ayuden a mejorar el proyecto y contribuir a la implementación de un prototipo de máquina automatizada que ayude a satisfacer las necesidades del cliente y que sea competente en el mercado.

## IV. REFERENTES TEÓRICOS

Teniendo en cuenta que la mira o enfoque central del presente proyecto son los procesos para la elaboración de la cerveza artesanal, pues se busca mejorar e innovar tales procesos en la máquina a diseñar, se describe a grandes rasgos los antecedentes que sobre el tema se conocen y consideran más relevantes.

Pues bien, en todo proyecto encaminado a diseñar y construir una máquina que sea capaz de elaborar un determinado producto se encuentra que existe un fin común como es el de garantizar que el producto final sea de la mejor calidad y que el proceso de su elaboración cuente con todos los aspectos indispensables para brindar seguridad, control y sea óptimo para la obtención de un buen resultado. Tanto para el diseño de la máquina elaboradora de cerveza artesanal como para la obtención de esta cerveza se identifican varios procesos pequeños que integran el proceso total en los cuales se presentan variables de diferente clase y tipo que deben ser controladas y tratadas de la mejor manera posible buscando implementar innovaciones para que el resultado final sea altamente competitivo en el mercado y atractivo para los consumidores.

Para la mayoría de los autores<sup>1</sup> que han tratado el tema del proceso de elaboración de la cerveza, este proceso comprende

<sup>1</sup> BALAGER, Didac. Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal. Microcervecería. Trabajo de grado: Grado en Ingeniería Mecánica. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. 2017. p.26 – 29.

GARCIA, Simón. Proyecto de un centro de elaboración de cerveza ale artesanal de trigo en Cuéllar (Segovia). Grado en Ingeniería de las Industrias Agrarias y Alimentarias. Valladolid. Universidad de Valladolid. 2016. p.9.

CALLEJA, Jaime. Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo. Microcervecería. Proyectos de fin de carrera de Ingeniería Química. Cádiz. Universidad de Cádiz. 2013. p. 31.

principalmente las etapas de maceración, cocción y fermentación.

Figura 1. Diagrama de flujo



Fuente: Esta investigación.

Así también es relevante mencionar que durante las mencionadas etapas del proceso, se debe tener especial cuidado de los parámetros fisicoquímicos como el pH, que expresa el grado de acidez o de alcalinidad de una solución, y la temperatura, sobre todo en la etapa de fermentación, puesto que estas variables juegan un papel importante al momento de obtener la bebida final, esto debido a que si no se controlan adecuadamente se pueden volver críticas, perturbando las etapas. Se resalta, que en las máquinas elaboradoras de cerveza artesanal existentes no cuentan con la tecnología que permita un buen control de las variables que se presentan en cada uno de los procesos, esto se logró identificar con la realización de un estudio del estado del arte y técnica con respecto a las máquinas ya existentes.

Basándose en estos estudios realizados, se observa que gran parte de los productores, por falta de conocimiento e implementación de equipos adecuados y sofisticados, no aprovechan en su totalidad o en gran parte las propiedades que la materia prima ofrece; por tanto en el trabajo que ahora se presenta se hizo innovación, principalmente en el proceso de maceración, donde se incorporaran dos inyectores, uno de ácido fosfórico y otro de agua, buscando con ello que haya mejor control del pH y este sea un pH adecuado para la uniformidad y buen control de temperatura para lograr obtener los azúcares y almidones de la materia prima, además en todos y cada uno de los procesos hay un control muy cuidadoso de temperaturas para que el producto resultante tenga unas buenas características y calidades.

Con la construcción del prototipo de máquina automatizado de fabricación de cerveza artesanal se busca mejorar las condiciones de competitividad a los pequeños productores de cerveza, encontrar nuevas oportunidades de mercado, generar estabilidad económica a los fabricantes artesanales de cerveza de San Juan de Pasto, ofrecer un producto de calidad obtenido por un proceso tecnificado y estandarizado implementado en el prototipo y brindar al productor de cerveza mayor tiempo para que sea aprovechado en diferentes actividades, gracias a la automatización que tiene la máquina.

## V. RESULTADOS

Teniendo presente los conceptos de higiene y salud, se realiza la construcción de la máquina automatizada de fabricación de cerveza artesanal, atendiendo las normas de salubridad en un material que satisface los requerimientos.

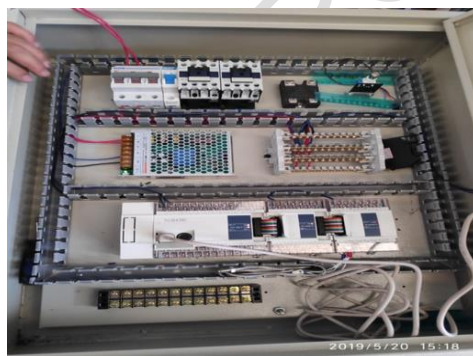
**Figura 2. Construcción del prototipo de máquina.**



Fuente: Esta investigación.

La elaboración de cerveza artesanal comprende una serie de procesos en los que se debe tener en cuenta diferentes variables que resultan fundamentales para la calidad del producto final y poder aprovechar en gran parte las propiedades que la materia prima ofrece, por ello en esta construcción se ha hecho uso de equipos tecnológicos que permitan lograr extraer todo lo que las maltas ofrecen, implementando sensores, PLC, pantalla táctil, que facilita el trabajo al productor, pero a su vez le brinda mayor beneficio aportando en la calidad del producto, también se hace uso de software para realizar la programación, sin dejar a un lado la ergonomía que es importante y se debe, como se ha hecho en el presente proyecto, tener en cuenta; esto para proteger y salvaguardar la salud y bienestar del operario, viéndose reflejado en la incorporación de dispositivos que reemplazaran casi en su totalidad la intervención humana debido a que se incorpora un sistema automático.

**Figura 3. Tablero de mando.**



Fuente: Esta investigación.

Para fortalecer lo ya descrito, se realizó la construcción de la máquina para la elaboración de cerveza artesanal que se llevó a cabo en la instalación del taller industrial "INDUMEC" ubicado en la Ciudad de Pasto, en donde se ejecutaron todos los parámetros establecidos y se atendieron los requerimientos necesarios para un buen funcionamiento, iniciando con la

estructura, en donde se hace el respectivo montaje del resto de las piezas y componentes, posteriormente se realiza una base para el asentamiento y estabilidad de los tanques de macerado y cocción, siguiendo con la instalación de los quemadores encargados de hacer el respectivo calentamiento. Para el proceso de enfriamiento se implementó un serpentín que fue elaborado en la empresa "Dobladoras Nariño"; finalmente se hace una instalación de los componentes y dispositivos necesarios para automatizar la máquina.

**Figura 4: Prototipo de máquina en construcción.**



Fuente: Esta investigación.

Es en este mismo espacio, se realizaron con el debido cuidado, las primeras pruebas de funcionamiento, con el fin de tener a mano la herramienta necesaria para disponer de ella en caso de presentarse fallas. Así, a lo largo de la ejecución de cada uno de los componentes y dispositivos se fue ajustando y mejorando los errores y falencias que surgieron con el objetivo de construir una máquina eficiente.

Con la tecnología ya mencionada, se logra visualizar los errores que presentaron las termocupas y Phmetro en donde se realizó la corrección adecuada, de igual manera y soportados en los cálculos realizados, se instaló el sensor de nivel a la altura pertinente. También se debe hacer hincapié en el tema de higiene, ya que al ser una máquina automatizada, la manipulación de la materia prima por parte del productor es mínima lo que resulta favorable, debido a que se reducen las probabilidades de que el producto se pueda contaminar; además, se aprovechan en mayor medida los ingredientes con la implementación de una curva de temperatura y tiempo, lo que da paso a una mejor activación de las enzimas y por ende se extrae más cantidad de azúcares fermentables lo que disminuye la cantidad de malta con respecto a la cantidad del agua, aportando positivamente en la economía del productor y en una calidad de producto alta.

Finalmente, para determinar y comprobar la validación de la máquina se realizaron pruebas de diferentes volúmenes, se inicia con una prueba de 20 litros, haciendo la respectiva configuración en la pantalla de mando de todos los componentes de la máquina, determinando la curva de relación entre temperatura y tiempo que permite aprovechar en gran parte las propiedades de la materia prima; el resultado obtenido es una cerveza de tipo Porter.

Posteriormente se realizó una segunda prueba con una cantidad más elevada, siendo esta de 60 litros, realizando todas las configuraciones y requisitos que se deben tener en cuenta, obteniendo esta vez una cerveza de tipo Ale.

**Figura 5: Prototipo de máquina para la elaboración de cerveza artesanal terminada.**



Fuente: Esta investigación.

## VI. CONCLUSIONES

1. El proceso de elaboración de cerveza artesanal es conocido hace mucho tiempo y aunque las etapas se basan en los mismos principios, el proceso ha evolucionado tecnológicamente tanto en rendimiento y capacidad de producción, estos avances han dado lugar a que la cerveza artesanal tenga un mercado sostenible y que con ayuda de innovación y tecnología se minimice el impacto al medio ambiente.

2. El prototipo de máquina automatizado para fabricación de cerveza artesanal, está construido tanto su estructura y sus elementos como: tanques, serpentín y uniones en acero inoxidable 304 que es un material utilizado en la producción, almacenamiento y conservación de los alimentos, ya que este brinda higiene, reduce riesgos para la salud e impide la contaminación de las materias primas evitando el crecimiento de bacterias, con sus propiedades las cuales son:

- Resistencia a la corrosión.
- Cuenta con una superficie compacta.
- Cuenta con una gran resistencia a los cambios bruscos de temperatura.
- Aporta un alto grado de capacidad de limpieza.

Sus otros componentes como tapones, orings, tornillo sin fin y tubería también están fabricados en materiales sanitarios, esto con el fin de garantizar la correcta salubridad de la bebida fabricada por la máquina.

3. Se consigue realizar innovaciones, en cuanto a los equipos de fabricación de cerveza actuales, logrando el control adecuado de las variables que intervienen en la elaboración de la bebida (tiempo, temperatura, pH) e implementando una curva de maceración y un control automático en cada una de las fases que el proceso requiere (maceración, filtración, cocción, enfriamiento) con estas implementaciones se evita que el productor de cerveza entre en contacto directo con la bebida y

pueda contaminarla y también se brinda mejor aprovechamiento del tiempo ya que el proceso se realizará automáticamente.

4. Durante la etapa de construcción se realizaron pruebas de funcionamiento, esto con el fin de verificar fallas en el proceso y los componentes, hasta lograr controlar todo automáticamente y obtener como resultado la puesta a punto de la máquina.

## VII. RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar la producción, se debe leer detenidamente el manual de la máquina, esto con el fin de evitar problemas de tipo mecánicos y electrónicos como también para entender el manejo y funcionamiento del equipo.
- Compruebe el funcionamiento correcto de todos los dispositivos de seguridad presentes en la máquina y que el área de trabajo cuente con las dimensiones necesarias y una adecuada distribución de planta.
- El mantenimiento debe ser efectuado regularmente según lo indicado por el fabricante, para mantener la máquina eficiente y segura, las operaciones de mantenimiento se hacen en relación a las horas de trabajo efectuadas por la máquina. Se debe asegurar que todos los defectos encontrados durante el mantenimiento sean eliminados.

## VIII. REFERENCIAS.



ÁLVAREZ BURGA, Daniel Martín y LINARES DELGADO, Paúl Andrés. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta productora de cerveza artesanal en Lima. Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Lima, Perú. Universidad de Lima, 2017. 159p.

CALLEJA, Jaime. Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo. Micro cervecería. Proyectos de fin de carrera de Ingeniería Química. Cádiz. Universidad de Cádiz. 2013.

Comercial RELLÁN, Macerador cocedor 1300 litros. [Imagen] Disponible en internet: <http://www.comercialrellan.com/dep%C3%B3sitos-cerveza/170-macerador-cocedor.html>

DOCPLAYER. Cerveza Artesanal. Industrias y Servicios. Federico O Conor Darío Peralta. s.f. [Imagen] Disponible en internet: <https://docplayer.es/47088762-Cerveza-artesanal-industrias-y-servicios-federico-o-conor-dario-peralta.html>

LAVIN77. MONOGRAFIAS.COM. Física, Proceso y válvulas de estrangulamiento [en línea]. s.f. Disponible en Internet: <https://www.monografias.com/trabajos/valvestrangul/valvestrangul1.shtml>

LIMA TORRES, Elpidio, MEZA FLORES, Rene y OSANTE MIRANDA, Jorge. Proyecto: Diseño y simulación de equipos de proceso para la fabricación de cerveza artesanal en México. Para obtener el título de ingeniero mecánico. México D.F. Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 2013.

LÓPEZ BEJARANO, Joaquín. Hoy existen más de 200 microcervecerías dedicadas al mercado artesanal. LR La República [en línea], 14 de septiembre de 2018. Disponible en Internet: <https://www.larepublica.co/empresas/hoy-existen-mas-de-200-microcervecerias-dedicadas-al-mercado-artesanal-2770852>

PORTELA GARCÍA, Paula Andrea. Retos de la logística colombiana frente a la elaboración y comercio de cerveza artesanal. Trabajo de grado de Maestría en Relaciones Internacionales y Negocios Internacionales. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, 2014. 87p.

POSADA CASTRO, Alejandro. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de cerveza artesanal. Proyecto de Grado de Ingeniería Industrial. Pereira. Universidad Católica de Pereira, 2017. 92p.