



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

“Aprovechamiento de residuos de almidón de la producción de papas fritas (*Solanum phureja*), para la elaboración de cerveza artesanal con aromatizantes florales”.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Autor:

Andrés Eduardo Patiño Jara

Director:

Ing. Marco A. Lazo Vélez, PhD

CUENCA – ECUADOR

2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y claridad, quien ha guiado cada uno de mis pasos a lo largo de este camino. A mis padres y abuelos cuyo amor incondicional, sacrificio diario y ejemplo constante han sido el fundamento sobre el cual he construido mis sueños, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la disciplina y la honestidad; por apoyarme incluso en los momentos más difíciles y por creer en mí cuando las dudas parecían más grandes que mis capacidades. Este triunfo es tanto mío como suyo.

A mi familia, que siempre estuvo presente con palabras de aliento, comprensión y compañía. Cada gesto de apoyo, cada muestra de cariño y cada consejo recibido se convirtió en un impulso para continuar. A mi novia, por ser mi compañera constante, por su paciencia en los momentos de presión, por motivarme cuando el cansancio aparecía y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Su presencia, comprensión y amor han sido un sostén invaluable durante todo este proceso, dándole luz a los días más complejos y serenidad a mis inquietudes.

Finalmente, extendiendo esta dedicatoria a mi tutor de tesis, cuya guía, dedicación y profesionalismo orientaron mi trabajo con claridad y rigor académico. Su acompañamiento no solo aportó conocimientos técnicos, sino también inspiración para continuar creciendo como profesional y como persona.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que, de diversas maneras, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta tesis. A Dios, por permitirme llegar hasta este momento con salud, claridad y determinación. A mi entorno familiar, cuyo acompañamiento constante generó el espacio emocional y práctico necesario para avanzar con responsabilidad y serenidad. A mi novia, por brindarme equilibrio, ánimo y apoyo en los periodos de mayor exigencia académica. Extiendo también mi gratitud a mi tutor de tesis, cuya orientación profesional, disposición y criterios constructivos enriquecieron significativamente este trabajo. A cada uno, mi reconocimiento por haber influido positivamente en esta etapa académica y personal.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN.....	10
Capítulo I.....	12
Materiales y métodos.....	12
1.1 Obtención de almidón	12
1.2 Elaboración de cerveza artesanal.....	14
1.2.1. Ingredientes	14
1.2.2 Procedimiento para la elaboración de la cerveza.....	14
1.3 Caracterización fisicoquímica de la cerveza artesanal.....	17
1.4 Caracterización microbiológica de la cerveza artesanal.....	17
1.5 Determinación de fenoles totales.....	17
1.6 Determinación de la actividad antioxidante por DPPH.....	17
1.7 Evaluación sensorial exploratoria de la cerveza artesanal.....	18
1.8 Desarrollo de identidad de marca y estrategia de posicionamiento	18
Capítulo II.....	19
Resultados	19
2.1 Elaboración de cerveza artesanal.....	19
2.1.1 Caracterización físico químicas y microbiológica de la cerveza artesanal.....	19
2.2. Evaluación sensorial exploratoria de la cerveza artesanal.....	20
Capítulo III.....	24
3. Conclusiones y recomendaciones	24
3.1. Conclusiones.....	24
3.2. Recomendaciones	24
Bibliografía	25
Anexos	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de almidón como subproducto para la elaboración de una cerveza artesanal con aromantizantes florales.....	13
Figura 2: Diagrama para la elaboración de cerveza artesanal con almidón de papa con aromatizantes florales.....	16
Figura 3: Intensidad percibida de los atributos sensoriales de la cerveza artesanal figura A) atributos de color, figura B) atributos de aroma: olor, figura C) atributos de sabor. Los valores corresponden a la media ponderada \pm desviación estándar aplicada a 36 jueces, obtenida a partir de una escala de intensidad de cinco puntos (1 = muy baja intensidad; 5 = muy alta intensidad).	20
Figura 4: Botellas con Cerveza 8vo Ciclo.....	22
Figura 5: Diseño de Logotipo 8vo Ciclo	22
Figura 6: Etiqueta de botella de la cerveza 8vo Ciclo.....	23

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Caracterización físico química y microbiológica cerveza artesanal con aromatizantes florales.*
..... 19

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: <i>Ficha de cata y resultados condensados.</i>	28
Anexo 2: <i>Fotografías proceso Determinación de grado alcohólico mediante densímetro.</i>	28

RESUMEN

El presente estudio evaluó el uso de almidón residual de papa (*Solanum phureja*) como materia prima alternativa para la elaboración de cerveza artesanal. El almidón (96%), obtenido de residuos industriales generados por la empresa Patatas Crucks (Cuenca, Ecuador), fue recuperado mediante lavado, sedimentación y secado a 18 °C. Una mezcla que contenía 85 g/100 g de almidón y 15 g/100 g de malta (A85M15) se utilizó por sus atributos de rendimiento para preparar la cerveza. La cerveza obtenida presentó 5.3% de alcohol, acidez de 0.1557% y 3.56 volúmenes de CO₂, valores dentro de los límites establecidos por la normativa INEN. Además, la cerveza mostró una actividad captadora de radicales libres de 26% determinada mediante el ensayo DPPH, indicando una capacidad antioxidante moderada comparable con valores reportados para cervezas artesanales elaboradas con adjuntos vegetales alternativos. En conjunto los atributos de las diferentes fases de color aroma y sabor evidencian un perfil gustativo balanceado y concordante con la valoración global favorable obtenida por la cerveza (8,26/10). Estos resultados demuestran el potencial del aprovechamiento de residuos agroindustriales para el desarrollo sostenible de bebidas fermentadas con valor agregado.

Palabras clave: cerveza artesanal, almidón de papa, *Solanum phureja*, actividad antioxidante, proceso cervecero.

ABSTRACT

The present study evaluated the use of residual potato starch (*Solanum phureja*) as an alternative raw material for craft beer production. The starch (96%), obtained from industrial by-products generated by Patatas Crucks (Cuenca, Ecuador), was recovered through washing, sedimentation, and drying at 18 °C. A formulation containing 85 g/100 g starch and 15 g/100 g malt (A85M15) was selected based on its yield performance and used for beer production. The resulting beer exhibited an alcohol content of 5.3%, a total acidity of 0.1557%, and 3.56 volumes of CO₂, values that fall within the limits established by Ecuadorian INEN standards. Furthermore, the beer showed a free radical scavenging activity of 26%, as determined by the DPPH assay, indicating a moderate antioxidant capacity comparable to that reported for craft beers produced with alternative plant-based adjuncts. Overall, the sensory attributes evaluated across the visual, olfactory, and gustatory phases revealed a balanced sensory profile, consistent with the favorable overall acceptance score obtained by the beer (8.26/10). These findings demonstrate the potential of utilizing agro-industrial by-products for the sustainable development of value-added fermented beverages.

Keywords: artisanal beer, potato starch, *Solanum phureja*, antioxidant activity, brewing process.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción de papa genera una cantidad considerable de residuos durante su procesamiento industrial. Considerando que el país produce alrededor de 400.000 toneladas de papa al año, podrían generarse más de 60.000 toneladas de residuos potencialmente aprovechables, lo que evidencia la relevancia tecnológica de su valorización en procesos agroindustriales como la elaboración de bebidas fermentadas (Cuesta Subía & Rivadeneira Ruales, 2021). Los residuos generados durante el procesamiento industrial de papa representan aproximadamente entre el 12 % y el 20 % del volumen total de materia prima, incluyendo cáscara, pulpa y descartes con alto contenido de carbohidratos fermentables, lo que resalta el potencial de estos subproductos para ser incorporados en nuevas cadenas productivas (Chauhan, 2023). Estudios recientes muestran que las peladuras de papa contienen hasta 50–60 % de carbohidratos totales en base seca, convirtiéndolas en sustratos adecuados para procesos fermentativos (Saratale, 2025). En particular, la variedad papachaucha (*Solanum phureja*) ha sido caracterizado por su elevado contenido de almidón y su amplia utilización en la industria alimentaria (Rojas-Mercado & Seminario-Cunya, 2014). Bajo un enfoque de economía circular, la valorización de estos residuos en productos alimentarios fermentados representa una estrategia sostenible para reducir impactos ambientales y optimizar recursos (Gomez-Palermo, 2024).

En los últimos años, la industria cervecera artesanal ha experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial, impulsado por la demanda de productos innovadores, diferenciados y con identidad local. Esta tendencia ha incrementado el interés científico en el desarrollo de nuevas formulaciones, materias primas alternativas y estudios de aceptabilidad sensorial (Gobbi & Stankovic´, 2024). Asimismo, diferentes investigaciones han explorado la incorporación de tubérculos ricos en almidón y subproductos agroindustriales en la elaboración de cerveza, observándose que estos ingredientes pueden sustituir parcialmente la malta y aportar características funcionales sin comprometer la calidad sensorial del producto (Kawa, Kita , & Kucharska , 2023).

Paralelamente, la incorporación de ingredientes florales y vegetales en bebidas fermentadas ha despertado interés debido a su capacidad para mejorar el perfil sensorial y funcional de las cervezas artesanales. En este contexto, el ataco o sangorache (*Amaranthus quitensis Kunth*), cultivo ancestral de la región andina ecuatoriana, representa una fuente potencial de pigmentos naturales y compuestos bioactivos, principalmente betalainas, asociadas con actividad antioxidante y aplicación como colorante natural (Delgado et al., 2022). De manera similar, la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) posee antocianinas, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos que contribuyen al color, aroma, acidez y capacidad antioxidante de bebidas fermentadas (M'be et al., 2023). Estudios recientes han demostrado que la adición de extractos florales en cerveza artesanal puede incrementar el contenido de compuestos

antioxidantes y generar perfiles sensoriales diferenciados con buena aceptación por parte del consumidor (Martínez et al., 2017).

A pesar de estos avances, existe información limitada sobre la aplicación conjunta de almidón residual de papa como fuente alternativa de carbohidratos fermentables y de ingredientes florales como ataco y flor de Jamaica en la formulación de cerveza artesanal. La combinación de estos componentes podría representar una estrategia innovadora para el aprovechamiento integral de recursos agroindustriales y vegetales, permitiendo desarrollar bebidas fermentadas con valor agregado, características sensoriales diferenciadas y potencial funcional. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo elaborar y caracterizar una cerveza artesanal formulada con almidón residual de papa chaucha, ataco y flor de Jamaica, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, antioxidantes y sensoriales.

Capítulo I

Materiales y métodos

1.1 Obtención de almidón

El almidón utilizado en este estudio se obtuvo a partir de la lechada residual generada durante el procesamiento industrial de chips de papa en la empresa Pasabocas Crucks “Patatas”, ubicada en la parroquia Ricaurte, cantón Cuenca, Ecuador. (2°52′08.2″S, 78°57′38.4″W). La materia prima empleada correspondió a papa chaucha (*Solanum phureja*).

La obtención del almidón se realizó siguiendo la metodología descrita por (Robinson, 2018) con modificaciones. Inicialmente, las papas fueron sometidas a etapas de lavado, pelado y corte previo al proceso de fritura. El lavado se efectuó en tolvas con el fin de eliminar tierra y materiales extraños, mientras que el pelado se realizó mediante abrasión utilizando una centrifugadora industrial de fabricación industrial (SINOX, Cuenca-Ecuador) construida por un técnico industrial, acompañada de un lavado complementario con agua potable. Posteriormente, las papas fueron nuevamente lavadas y cortadas de acuerdo con las especificaciones requeridas para la producción de chips.

Durante el remojo de las papas cortadas en marmitas industriales de acero inoxidable, el almidón liberado al agua de proceso sedimentó naturalmente en el fondo del recipiente debido a la diferencia de densidad entre las partículas de almidón y el medio líquido. El sobrenadante fue retirado cuidadosamente y el sedimento obtenido fue sometido a sucesivos lavados con agua potable mediante homogenización manual, con el fin de disminuir la presencia de impurezas, compuestos solubles y restos de tejido vegetal. Posteriormente, la suspensión fue filtrada mediante tela de grado alimentario y sometida a sucesivos lavados hasta obtener un sedimento con coloración blanquecina homogénea, indicativa de una mayor pureza del almidón.

Finalmente, el almidón recuperado fue distribuido uniformemente en bandejas y secado en un deshidratador TECNOPAST®, (ROTOR-Static Dryer, Italia) con aire forzado constante a temperatura ambiente 18 °C durante 8–12 h, hasta alcanzar una humedad final de 6 %. La temperatura de secado fue seleccionada con el fin de minimizar posibles procesos de gelatinización y degradación térmica del almidón. El almidón seco recuperado (almidón del 96 %, humedad de 6,17 %, acidez de 0,017 % de ácido láctico, pH de 6,97, cenizas de 0,80 % y ausencia de grasa) fue almacenado en fundas aluminizadas a 18 °C hasta su posterior utilización en la formulación de la cerveza artesanal. El proceso general de recuperación y obtención del almidón se presenta en la Figura 1.

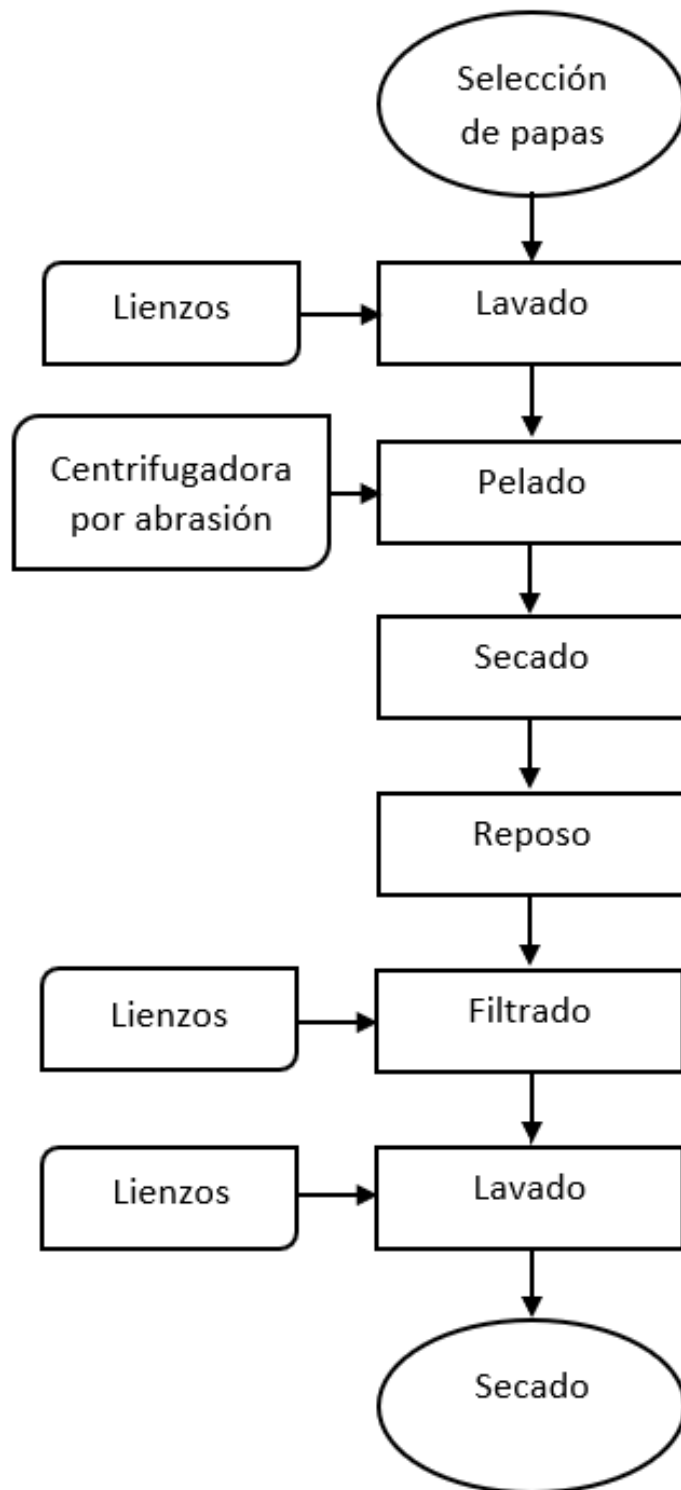


Figura 1:Diagrama de flujo para la obtención de almidón como subproducto para la elaboración de una cerveza artesanal con aromatizantes florales.

1.2 Elaboración de cerveza artesanal

1.2.1. Ingredientes

Para la elaboración de las cervezas artesanales se desarrollaron diferentes formulaciones a partir de mezclas de almidón recuperado de papa y malta tipo Red IPA, adquirida en (Beerland Store, Quito - Ecuador). Estas formulaciones fueron evaluadas previamente a escala piloto con el propósito de optimizar el proceso y seleccionar la mezcla con mejores características de rendimiento y aptitud tecnológica. Debido a que dichos ensayos constituyeron una fase preliminar de desarrollo, sus resultados no se presentan en el presente estudio. Como resultado de esta etapa de selección, se eligió la formulación A85M15, correspondiente a una mezcla de 85 g/100 g de almidón y 15 g/100 g de malta, expresada en porcentaje masa/masa (p/p), la cual fue utilizada para la elaboración de la cerveza y para la posterior caracterización fisicoquímica, microbiológica, antioxidante y sensorial.

Adicionalmente a la mezcla base seleccionada A85M15, se incorporaron inflorescencias secas de ataco (*Amaranthus quitensis*) adquiridas en mercado 12 de abril (Cuenca-Ecuador) en una proporción de 1,8 g/100 g de mezcla base, cálices frescos de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) (mercado 12 de abril, Cuenca-Ecuador) en una proporción de 50 g/100 g de mezcla base, una mezcla de lúpulos Centennial y Cascade (Beerland Store, Quito-Ecuador) una proporción de 0,44 g/100 g de mezcla base y levadura seca activa tipo Ale *Saccharomyces cerevisiae* cepa Saffbrew S-33® (Fermentis, Marcq-en-Barœul, Francia) en una proporción de 1,8 g/100 g de mezcla base. Asimismo, durante el proceso se emplearon agua potable y jarabe de azúcar de acuerdo con los requerimientos tecnológicos de elaboración. Las cantidades de los ingredientes se expresaron con relación al peso de la mezcla base utilizada para la formulación.

1.2.2 Procedimiento para la elaboración de la cerveza

Previo al proceso de elaboración de la cerveza artesanal, todos los equipos, utensilios y recipientes que estuvieron en contacto directo e indirecto con las materias primas fueron sometidos a procesos de limpieza y sanitización bajo condiciones de buenas prácticas de manufactura (BPM), con el fin de prevenir contaminación microbiológica y garantizar la inocuidad del producto. El almidón seco de papa fue sometido inicialmente a un proceso de gelatinización mediante calentamiento entre 60 y 65 °C durante 30 min utilizando un agitador magnético con placa calefactora MTOPS® (MS300HS, Corea del Sur), manteniendo homogenización constante hasta alcanzar una consistencia uniforme. Posteriormente, se adicionó α -amilasa (α -Amylase from *Aspergillus oryzae*, SIGMA-ALDRICH. Co, Suiza) en una proporción de 0,01 g por cada 5,26 g de almidón, continuando el calentamiento entre 93 y 97 °C durante al menos 30 min para promover la hidrólisis parcial del almidón. La conversión fue identificada visualmente mediante el cambio de una textura viscosa a una fase líquida homogénea.

Para la elaboración del mosto se utilizó agua potable proveniente del sistema de abastecimiento de la ciudad de Cuenca, la cual fue previamente reposada durante 24 h en recipientes de vidrio esterilizados para favorecer la volatilización del cloro residual. Paralelamente, la malta Red IPA fue sometida a molienda utilizando un molino manual de 2 rodillos para granos (Cherish XT, China) previamente higienizado, obteniéndose una granulometría media que permitió la ruptura del endospermo sin afectar completamente la integridad de la cáscara.

La maceración se realizó utilizando 594,02 g de almidón hidrolizado y 120 g de malta molida, adicionados a 811 mL de agua potable. La mezcla fue calentada hasta 75 °C (termómetro digital Agrotech, TP101L, China) y posteriormente transferida a una olla de acero inoxidable de 50 L (Tramontina, Brasil) manteniendo agitación constante y temperaturas superiores a 65 °C durante 90 min, favoreciendo la actividad enzimática y la conversión de polisacáridos en azúcares fermentables. Finalizada la maceración, el mosto fue filtrado para separar el bagazo, empleando agua adicional a 70 °C para maximizar la extracción de azúcares remanentes.

Posteriormente, se realizó el control fisicoquímico del mosto mediante determinación de pH y sólidos solubles. El pH fue medido utilizando un ph-metro digital (Mettler Toledo SevenCompact™, modelo S220, Suiza) previamente calibrado con soluciones buffer pH 4,00 y 7,00, mientras que los sólidos solubles se determinaron mediante un refractómetro digital (Atago Co.®, PAL-1, Tailandia) a 25 °C, registrándose valores esperados entre 13 y 14 °Bx.

El mosto filtrado fue llevado a ebullición constante durante 90 min utilizando un quemador industrial de procedencia nacional (modelo Enterprise 24000 CAL, Cuenca-Ecuador). Durante esta etapa se adicionó el 70 % del lúpulo total al inicio del hervido, seguido de un 15 % adicional junto con los adjuntos vegetales (ataco y flor de Jamaica) después de 40 min de cocción. Finalmente, el 15 % restante del lúpulo fue incorporado durante los últimos 20 min del proceso. Posteriormente, el mosto fue sometido a una segunda filtración para eliminar residuos sólidos de malta y lúpulo, y después enfriado rápidamente hasta 20–25 °C mediante un enfriador de placas de procedencia nacional (modelo Wort Chiller 40 placas, Ecuador) para evitar proliferación microbiana y favorecer la precipitación de proteínas.

El mosto enfriado fue transferido a un tanque de fermentación de capacidad de 50 L de capacidad al igual de procedencia nacional, previamente sanitizado e inoculado, con levadura seca *Saccharomyces cerevisiae* Safbrew S-33® (Fermentis®, Marcq-en-Barœul, Francia), homogenizando la mezcla a 25 °C. El sistema de fermentación fue cerrado herméticamente y equipado con una trampa de aire (airlock) para monitorear la liberación de CO₂. La fermentación se desarrolló durante 7 días, considerándose finalizada cuando la liberación de gas disminuyó significativamente.

Finalizada la fermentación, la cerveza fue trasvasada cuidadosamente a un bidón con dispensador previamente sanitizado evitando el arrastre de sedimentos. Posteriormente, se adicionaron 7 g de azúcar blanca grado alimentario por litro de cerveza para promover la

fermentación secundaria y la carbonatación natural en botella. El producto fue envasado en botellas de vidrio esterilizadas y sellado herméticamente utilizando una tapadora manual de botellas tipo corona (marca Ferrari, modelo Emily, Italia). Finalmente, las botellas fueron almacenadas en condiciones frescas y protegidas de la luz durante 7 días para favorecer el acondicionamiento y maduración del producto. El flujo general del proceso de elaboración de la cerveza artesanal se presenta en la Figura 2.

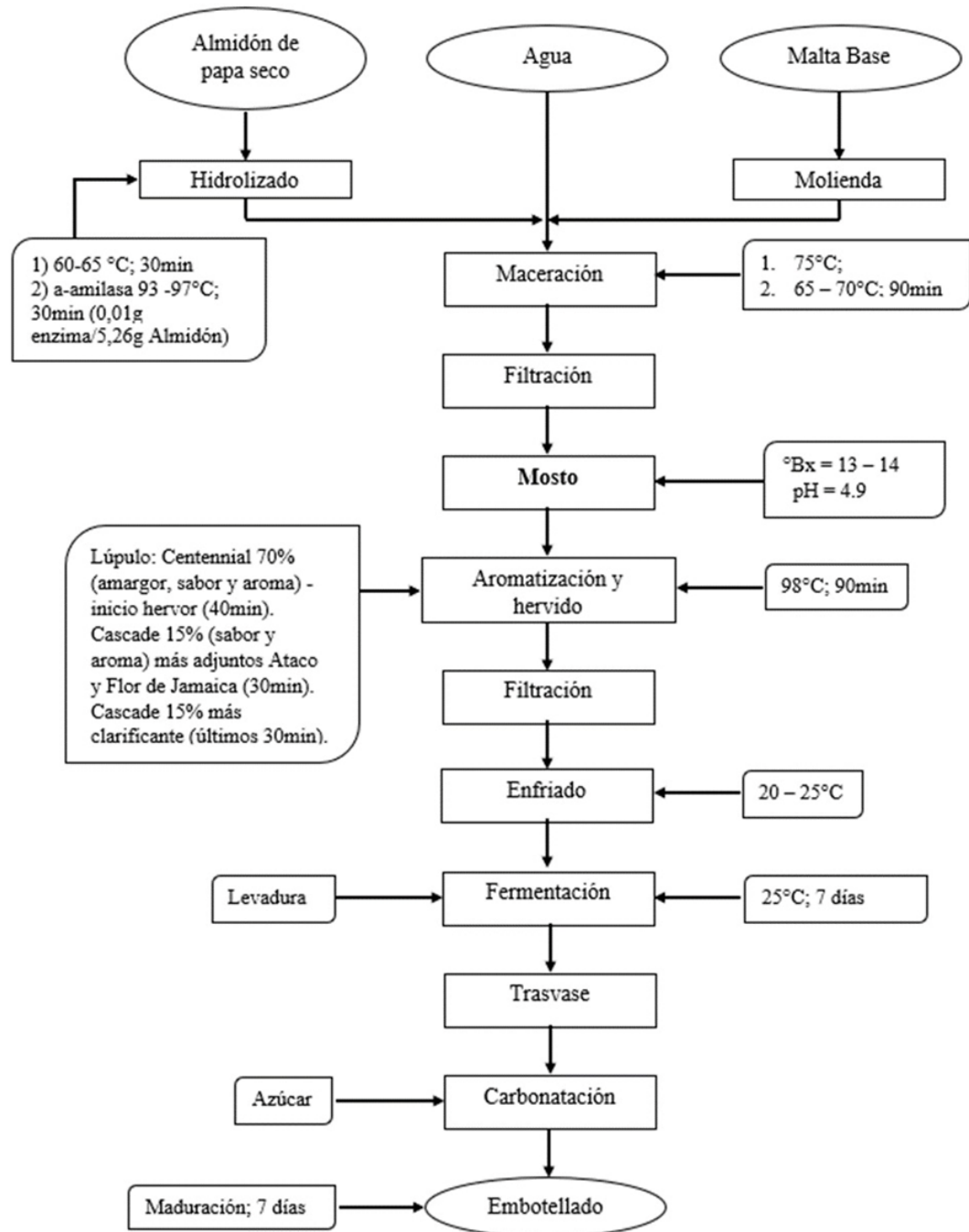


Figura 2: Diagrama para la elaboración de cerveza artesanal con almidón de papa con aromatizantes florales.

1.3 Caracterización fisicoquímica de la cerveza artesanal

Las propiedades fisicoquímicas de la cerveza artesanal fueron determinadas únicamente en la formulación que presentó el mayor rendimiento durante el proceso de elaboración. Los análisis se realizaron utilizando metodologías oficiales establecidas en las Normas Técnicas Ecuatorianas (INEN, 2023) para bebidas alcohólicas fermentadas. La acidez titulable, pH, contenido de dióxido de carbono (CO₂) fueron evaluados conforme al método volumétrico descrito en la NTE INEN 2323, NTE INEN 2325, y NTE INEN 2324, respectivamente. Los resultados obtenidos fueron contrastados con los parámetros de calidad establecidos en la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2262 para cerveza artesanal.

El grado alcohólico de la cerveza fue determinado conforme al método volumétrico establecido en la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2322. La determinación se realizó indirectamente mediante medición de densidad utilizando un densímetro para cerveza y vino (LD Carlson®, modelo 5451, Francia) la variación de densidad antes y después del proceso fermentativo, de acuerdo con el procedimiento descrito en la normativa correspondiente.

1.4 Caracterización microbiológica de la cerveza artesanal

La caracterización microbiológica de la cerveza artesanal se realizó conforme a la Normativa Ecuatoriana NTE INEN 2262 evaluando aerobios mesófilos, mohos y levaduras mediante la técnica de siembra en placas Compact Dry. La muestra fue sometida a diluciones seriadas (10⁻¹ y 10⁻²) en agua peptonada estéril, sembrándose 1 mL en cada placa. Las placas para aerobios mesófilos se incubaron a 35–37 °C durante 24–48 horas, y las de mohos y levaduras a 25–28 °C durante 3–5 días. Los resultados se expresaron en UFC/mL y se compararon con los límites establecidos en la normativa vigente.

1.5 Determinación de fenoles totales

Los compuestos fenólicos totales se determinaron mediante el método de Folin-Ciocalteu. La absorbancia fue medida a 760 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis (BioTek Instruments®, REF: EPOCHH, USA). La cuantificación se realizó utilizando una curva de calibración preparada con soluciones estándar de ácido gálico. Los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por litro de muestra (mg EAG/L), calculados a partir de la ecuación de la recta obtenida y considerando el factor de dilución correspondiente de acuerdo con la ecuación 2.

$$C = (mA - b) \times FD \quad (2)$$

Donde: C = concentración de fenoles totales (mg EAG/L); A = absorbancia de la muestra; m = pendiente de la curva de ácido gálico; b = intercepto de la curva; FD = factor de dilución

1.6 Determinación de la actividad antioxidante por DPPH.

La capacidad antioxidante de la cerveza se determinó mediante el método de captura del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), siguiendo la metodología descrita por Llanos

Córdova (2009), con modificaciones. Para ello, se mezcló un volumen determinado de muestra con una solución de DPPH preparada en metanol y se incubó en oscuridad durante el tiempo establecido. Posteriormente, se midió la absorbancia a 517 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Visible. La actividad antioxidante se expresó como porcentaje de inhibición del radical DPPH, calculado mediante la ecuación 1.

$$\% \text{ de Inhibición de DPPH} = \left(\frac{A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}}{A_{\text{muestra}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde: A_{control} = absorbancia de la solución de DPPH sin muestra. A_{muestra} = absorbancia de la mezcla DPPH + muestra.

1.7 Evaluación sensorial exploratoria de la cerveza artesanal

La evaluación sensorial exploratoria de la cerveza artesanal se realizó mediante un panel *in house* conformado por 36 consumidores no entrenados de ambos sexos, con edades entre 20 y 40 años. Las pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad del Azuay bajo condiciones controladas. Se empleó una ficha de cata adaptada de (Ramírez-Navas., 2012), evaluando atributos visuales, aromáticos, gustativos y de aceptabilidad general, incluyendo color, aroma, sabor, acidez, amargor, efervescencia, cuerpo y equilibrio sensorial (Anexo 1). Los valores corresponden a la media ponderada \pm desviación estándar obtenida a partir de una escala de intensidad de cinco puntos (1 = muy baja intensidad; 5 = muy alta intensidad).

1.8 Desarrollo de identidad de marca y estrategia de posicionamiento

El desarrollo de la identidad de marca se realizó mediante técnicas de *namings*, diseño de identidad visual y diseño de etiqueta. El nombre comercial fue definido considerando el origen académico del proyecto y las características diferenciadoras del producto. Posteriormente, se diseñó el logotipo y la etiqueta mediante la selección de elementos gráficos, colores y símbolos relacionados con la cerveza desarrollada y con la formación en Ingeniería de Alimentos. La etiqueta incorporó información descriptiva y los requisitos generales de etiquetado aplicables a bebidas alcohólicas. Para el posicionamiento inicial de la marca se aplicaron estrategias de marketing directo a través de la participación en ferias de emprendimiento universitarias y marketing digital mediante la difusión del producto en redes sociales. Adicionalmente, se recopiló la retroalimentación de consumidores potenciales mediante observación y comentarios directos, con el propósito de identificar oportunidades de mejora en la presentación e identidad comercial del producto.

Capítulo II

Resultados

2.1 Elaboración de cerveza artesanal

2.1.1 Caracterización físico químicas y microbiológica de la cerveza artesanal

Los resultados de las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y microbiológicas de la cerveza artesanal elaborada con la formulación seleccionada se presentan en la Tabla 2. La cerveza artesanal evaluada presentó un contenido alcohólico de 5.3 ± 0.1 % v/v, valor que se encuentra dentro del rango típico reportado para cervezas tipo Ale y Lager, generalmente entre 4 y 7 % v/v (Bamforth, 2009; Brewers Association, 2023). Asimismo, la acidez total de 0.1557 ± 0.004 % de ácido láctico refleja una adecuada estabilidad química del producto y coincide con los valores descritos para cervezas obtenidas mediante fermentación convencional (Bamforth, 2009).

Tabla 1:

Caracterización físico química y microbiológica cerveza artesanal con aromatizantes florales.

Parámetro	Unidades	Resultado reportado
Contenido alcohólico	% v/v	5.3 ± 0.1
Acidez total	% ácido láctico	0.1557 ± 0.004
Carbonatación	vol. CO ₂	3.56 ± 0.03
Fenoles totales	mg EAG/L	57.41 ± 2.40
% DPPH	%	26.01 ± 1.34
Mesófilos aerobios	UFC/mL	44 ± 1
Mohos y levaduras	UFC/mL	20 ± 3

Los valores se expresan como media \pm desviación estándar. EAG: equivalentes de ácido gálico. El contenido de fenoles totales fue determinado mediante el método de Folin-Ciocalteu.

La carbonatación alcanzó 3.56 ± 0.03 volúmenes de CO₂, valor superior al promedio reportado para cervezas Lager comerciales, aunque aún compatible con estilos de alta carbonatación como las cervezas de trigo y algunas Ale belgas (Brewers Association, 2023). Respecto a los compuestos bioactivos, el contenido de fenólicos totales fue de 57.41 ± 2.40 mg EAG/L, ubicándose dentro del rango inferior reportado para cervezas artesanales claras, cuyos valores pueden oscilar entre 50 y 300 mg EAG/L dependiendo del tipo de malta y las condiciones de elaboración (Nardini et al., 2003; Piazzon et al., 2010).

La actividad antioxidante determinada mediante el ensayo DPPH fue de 26.01 ± 1.34 %, resultado consistente con cervezas elaboradas a partir de maltas claras y con contenidos moderados de compuestos fenólicos, evidenciando una capacidad antioxidante comparable a la reportada para cervezas artesanales de características similares (Piazzon et al., 2010; Zhao et al., 2010).

Desde el punto de vista microbiológico, los recuentos de mesófilos aerobios (44 ± 1 UFC/mL) y de mohos y levaduras (20 ± 2.65 UFC/mL) fueron bajos; sin embargo, su presencia sugiere la necesidad de fortalecer las prácticas de higiene durante las etapas de fermentación, envasado y almacenamiento para garantizar una mayor estabilidad microbiológica y vida útil del producto (Priest & Stewart, 2006; EBC, 2023).

2.2. Evaluación sensorial exploratoria de la cerveza artesanal

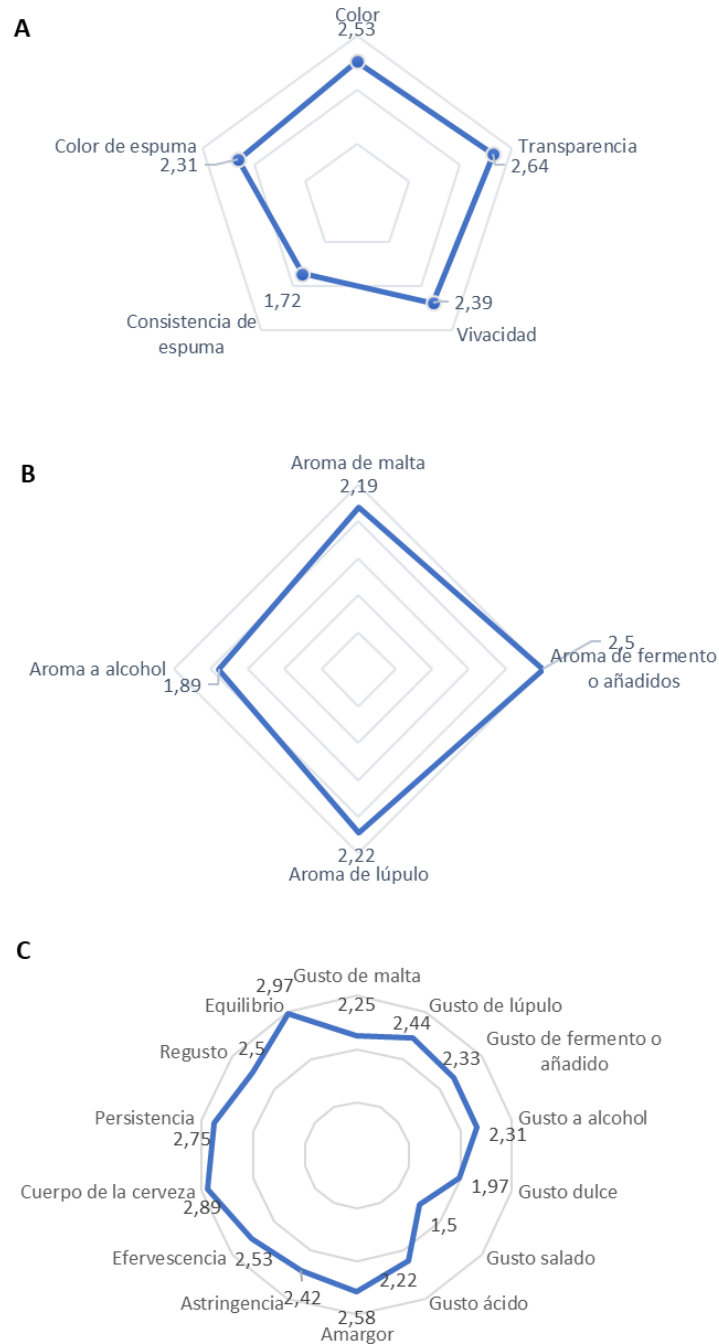


Figura 3: Intensidad percibida de los atributos sensoriales de la cerveza artesanal figura A) atributos de color, figura B) atributos de aroma: olor, figura C) atributos de sabor. Los valores corresponden a la media ponderada \pm desviación estándar aplicada a 36 jueces, obtenida a partir de una escala de intensidad de cinco puntos (1 = muy baja intensidad; 5 = muy alta intensidad).

La Figura 3 presenta el perfil sensorial de la cerveza artesanal, evaluada por 36 jueces mediante una escala de intensidad de cinco puntos (Anexo 1). En general, los atributos sensoriales se concentraron entre intensidades bajas y moderadas, lo que sugiere una bebida equilibrada y sin predominio excesivo de características específicas. Este comportamiento coincide con lo reportado por Piazzon et al. (2010), quienes señalaron que las cervezas artesanales elaboradas con materias primas alternativas suelen presentar perfiles sensoriales moderados debido a la interacción entre los compuestos derivados de la malta, la fermentación y los ingredientes complementarios.

En la fase visual (Figura 3A), los atributos color, transparencia y vivacidad presentaron intensidades moderadas, mientras que la consistencia de la espuma registró una de las puntuaciones más bajas. Este comportamiento podría estar relacionado con modificaciones en la composición proteica de la formulación, las cuales afectan la estabilidad de la espuma (Ducruet et al., 2017). Aunque la cerveza presentó una carbonatación de 3,56 vol CO₂, este parámetro refleja la cantidad de gas disuelto y no necesariamente garantiza una mayor estabilidad espumante. Por otra parte, la coloración rojiza observada puede atribuirse a la incorporación de flores de jamaica e inflorescencias de ataco, ingredientes ricos en compuestos fenólicos y pigmentos naturales como antocianinas (delfinidina-3-sambubiósido y cianidina-3-sambubiósido) y betalainas, responsables de tonalidades rojizas y púrpuras en productos alimenticios (Da-Costa-Rocha et al., 2014; Cai & Corke, 2000; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010).

En la fase olfativa (Figura 3B), los aromas de malta, lúpulo y fermento fueron percibidos con intensidades bajas a moderadas, mientras que el aroma alcohólico presentó una de las puntuaciones más bajas. Este comportamiento puede atribuirse al contenido alcohólico moderado de la cerveza (5,3 % v/v), el cual no generó una percepción aromática dominante. Asimismo, la incorporación de flores de jamaica e inflorescencias de ataco pudo contribuir al desarrollo de notas aromáticas complementarias que favorecieron un perfil sensorial equilibrado. Resultados similares han sido reportados en cervezas artesanales elaboradas con ingredientes vegetales, donde la presencia de compuestos volátiles derivados de las materias primas y de la fermentación genera perfiles aromáticos suaves y agradables para el consumidor (Ducruet et al., 2017; Habschied et al., 2020).

En la fase gustativa (Figura 3C), los atributos cuerpo, persistencia y equilibrio presentaron las mayores intensidades percibidas, destacándose el equilibrio como el atributo mejor valorado por los jueces. Estos resultados sugieren una adecuada armonía entre las sensaciones de dulzor, acidez, amargor y los compuestos derivados de la fermentación, característica asociada a una mayor aceptación sensorial de las cervezas artesanales (Bettenhausen et al., 2018). Asimismo, el cuerpo moderado observado puede relacionarse con la presencia de compuestos no fermentables procedentes de la malta y del almidón de papa, los cuales contribuyen a la sensación de volumen, viscosidad y textura en boca (Mayer et al., 2016). Adicionalmente, la incorporación de flores de jamaica e inflorescencias de ataco pudo influir

en la percepción de acidez, astringencia y persistencia debido a la presencia de compuestos fenólicos y otros metabolitos bioactivos característicos de estas especies (Da-Costa-Rocha et al., 2014; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010). Por otra parte, el amargor y la efervescencia mostraron intensidades moderadas, favoreciendo una percepción equilibrada del producto, mientras que el gusto salado presentó la menor intensidad, lo que resulta deseable al no interferir con las características organolépticas propias de la cerveza. En conjunto, estos resultados evidencian un perfil gustativo balanceado y concordante con la valoración global favorable obtenida por la cerveza (8,26/10).

2.3. Desarrollo de la marca y estrategias de posicionamiento

La marca 8vo Ciclo surge a partir de un proyecto académico desarrollado durante la asignatura de Farináceos de la carrera de Ingeniería de Alimentos, tomando su nombre del ciclo académico en el que fue concebida. El producto corresponde a una cerveza artesanal tipo Red IPA (Figura 4) elaborada a partir de almidón de papa y malta, incorporando además flores de jamaica e inflorescencias de ataco como aromatizantes naturales, ingredientes que aportan características diferenciadoras como una coloración rojiza-violeta y un perfil sensorial con notas florales y un adecuado equilibrio entre cuerpo y amargor.

El logotipo (Figura 5) fue diseñado utilizando el número 8 como elemento principal, con el propósito de fortalecer la identidad visual de la marca y reflejar su origen académico, mientras que la etiqueta (Figura 6) se desarrolló tomando como referencia la tonalidad característica de la cerveza e incorporando elementos gráficos relacionados con la Ingeniería de Alimentos, así como la información obligatoria para bebidas alcohólicas de conformidad con los lineamientos generales de etiquetado vigentes.



Figura 4: Botellas con Cerveza 8vo Ciclo.



Figura 5: Diseño de Logotipo 8vo Ciclo

Para el posicionamiento inicial de la marca se participó en ferias de emprendimiento organizadas por la Universidad del Azuay, complementadas con estrategias de promoción de bajo costo mediante redes sociales y recomendaciones directas entre consumidores. Estas actividades permitieron difundir las características diferenciadoras del producto, recopilar

Capítulo III

3. Conclusiones y recomendaciones

3.1. Conclusiones

El objetivo de la investigación se cumplió satisfactoriamente al desarrollar una cerveza artesanal utilizando almidón residual de papa (*Solanum phureja*) como materia prima alternativa, demostrando la viabilidad de aprovechar este subproducto agroindustrial en la elaboración de bebidas fermentadas con valor agregado. El almidón seco recuperado presentó características fisicoquímicas adecuadas para su utilización en el proceso cervecero, destacándose su alto contenido de almidón, baja humedad, baja acidez y ausencia de grasa, condiciones favorables para su procesamiento y almacenamiento.

La cerveza elaborada presentó propiedades fisicoquímicas compatibles con las reportadas para cervezas artesanales, incluyendo un contenido alcohólico de 5,3 %, una acidez de 0,1557 % y una carbonatación de 3,56 volúmenes de CO₂, evidenciando la aptitud tecnológica de la formulación desarrollada. Asimismo, la incorporación de flores de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) e inflorescencias de ataco (*Amaranthus quitensis* L.) contribuyó a la obtención de una cerveza con actividad antioxidante moderada y características sensoriales distintivas, particularmente en color, aroma y sabor. Los análisis microbiológicos confirmaron una adecuada calidad sanitaria del producto, mientras que la evaluación sensorial realizada con 36 jueces mostró una aceptación global favorable (8,26/10), destacándose atributos como el equilibrio, cuerpo y persistencia. En conjunto, los resultados obtenidos evidencian el potencial del uso de materias primas alternativas y recursos locales para el desarrollo de productos innovadores, contribuyendo a la valorización de residuos agroindustriales y a la diversificación de la oferta de cervezas artesanales.

3.2. Recomendaciones

Se recomienda profundizar en la caracterización de los compuestos fenólicos, antocianinas y betalainas presentes en la jamaica y el ataco, con el fin de determinar su contribución específica a las propiedades antioxidantes y sensoriales de la cerveza. Asimismo, sería conveniente evaluar el empleo de almidón húmedo y papa cruda como materias primas alternativas para comparar su efecto sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto final. Finalmente, se sugiere realizar estudios de vida útil y ampliar la evaluación sensorial mediante un mayor número de consumidores pertenecientes al mercado objetivo, con el propósito de fortalecer la validación técnica y comercial de la cerveza desarrollada.

Bibliografía

- Bamforth, C. (2009). *Beer: Tap Into the Art and Science of Brewing*. (O. U. Press, Ed.)
- Bettenhausen, H., Barr, L., Broeckling, C., Chaparro, J., Holbrook, C., Sedin, D., & Heuberger, A. (2018). *Influence of malt source on beer chemistry, flavor, and flavor stability*. Obtenido de Food Research International, 113, 487–504.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918305623?via%3Dihub>
- Brewers Association. (2023). *For Small & Independent Craft Brewers*. Obtenido de <https://www.brewersassociation.org/>
- Cai, Y., & Corke, H. (2000). *Production and Properties of Spray-dried Amaranthus Betacyanin Pigments*. Obtenido de <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x>
- Chauhan, A. (14 de 09 de 2023). *A review on waste valorization, biotechnological utilization, and management of potato*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10563700/>
- Cuesta Subía, H. X., & Rivadeneira Ruales, J. (2021). *Estado actual de la investigación de la papa en el Ecuador. INIAP-EESC*.
- Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). *Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review*. Obtenido de Food Chemistry, 165, 424–443.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461400692X?via%3Dihub>
- Delgado, H., Tapia, C., Borja, E., Naranjo, E., & Martín, J. (15 de Diciembre de 2022). *Phenotypic diversity of Amaranthus quitensis Kunth landraces: A millenary crop of Ecuadorian Andean region*. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Ducruet, J., Rébénaque, P., Diserens, S., Kosińska-Cagnazzo, A., Héritier, I., & Andlauer, W. (2017). *Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties*. Obtenido de Food Chemistry, 226, 109–118.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461730047X?via%3Dihub>
- EBC; European Brewery Convention. (2023). *The European reference Analytical Methods*. Obtenido de Fachverlag Hans Carl.
- Gobbi, L., & Stankovic, M. (17 de 09 de 2024). *Craft Beer in Food Science: A Review and Conceptual Framework*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2306-5710/10/3/91>

- Gomez-Palermo, M. (2024). *Starch valorisation in agro-industrial biorefineries: A circular economy approach*.
- Habschied, K., Lončarić, A., & Mastanjević, K. (2020). *Screening of Polyphenols and Antioxidative Activity in Industrial Beers*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/2/238>
- Kawa, J., Kita, A., & Kucharska, A. (21 de 06 de 2023). *Physicochemical parameters, sensory profile and concentration of volatile compounds and anthocyanins in beers brewed using potato variety with purple flesh*. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-023-37284-w>
- Martínez, A., Vegara, S., Martí, N., Valero, M., & Saura, D. (05 de 06 de 2017). *Physicochemical characterization of special persimmon fruit beers using bohemian pilsner malt as a base*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jib.434>
- M'be., C. U., Scher, J., Gaiani., C., Amani., N. G., & Burgain., J. (2023). *Impact of Processing and Physicochemical Parameter on Hibiscus sabdariffa Calyxes Biomolecules and Antioxidant Activity: From Powder Production to Reconstitution*. (1. 2. Foods, Ed.) Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37627982/>
- Nardini, M., & Ghiselli, A. (2004). *Determination of free and bound phenolic acids in beer*. Obtenido de Food Chemistry, 84(1), 137–143.: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00257-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00257-7)
- NTE INEN 2262. (2003). *Normaiva Ecuatoriana INEN*. Obtenido de Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos: <https://archive.org/details/ec.nte.2324.2002/mode/1up>
- NTE INEN 2322. (2002). *Normativa Ecuatoriana INEN*. Obtenido de Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol: <https://archive.org/details/ec.nte.2322.2002>
- NTE INEN 2323. (2002). *Norma Ecuatoriana INEN*. Obtenido de BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL: <https://apps.normalizacion.gob.ec/>
- NTE INEN 2324. (2002). *Normativa Ecuatoriana INEN*. Obtenido de BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO "CO2" Y AIRE: <https://apps.normalizacion.gob.ec/>
- NTE INEN 2325. (2002). *Normativa Ecuatoriana INEN*. Obtenido de BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. DETERMINACIÓN DEL pH: <https://apps.normalizacion.gob.ec/>
- Piazzon, A., Forte, M., & Nardini, M. (2010). *Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types*. Obtenido de Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(19), 10677–10683.: <https://doi.org/10.1021/jf101975q>

- Priest, F., & Stewart, G. (2006). *Handbook of brewing (2nd ed.)*. Taylor & Francis Group.
- Ramírez-Navas.; Juan Sebastián. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Obtenido de Universidad del Valle: https://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J., Pihlava, J.-M., & Mattila, P. (2010). *Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (Chenopodium quinoa), kañiwa (Chenopodium pallidicaule) and kiwicha (Amaranthus caudatus)*. Obtenido de Food Chemistry, 120(1), 128–133.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814609011662?via%3Dihub>
- Robinson, T. (2018). *Escuela superior politécnica el Chimborazo*. Obtenido de Facultad de ciencias: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10450/1/96T00489.pdf>
- Rojas-Mercado & Seminario-Cunya. (2014). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*, 25-70.
- Saratale, R. G. (17 de 12 de 2025). *Valorization of Potato Peel Waste into Bioactive Compounds and Sustainable Bioplastics Production Through a Novel Biorefinery Approach*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/polym17243339>
- Zhao , H., Chen, W., Lu, J., & Zhao, M. (2010). *Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers*. Obtenido de Food Chemistry, 119(3), 1150–1158.: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.028>

Anexos

Anexo 1: Ficha de cata y resultados condensados.

UNIVERSIDAD DEL AZUAY								
FICHA DE CATA N° 1 LOTE			FECHA:					
NOMBRE COMERCIAL DE LA CERVEZA:		8VO CICLO	TESIS					
8VO CICLO es una cerveza artesanal a base de almidon de papa aromatizado con flores naturales.								
			Intensidad de 1 (+ baja) a 5 (+ alta)					
Atributos de la cerveza		marque	Fase	1	2	3	4	5
con una x el grado de intensidad según la escala descrita								
Color (violeta, rojo intenso, púrpura, morado, lila)		visual	4	18	7	5	2	
Transparencia (cristalina, poco transparente, turbia, semiopaca, opaca)		visual	5	12	10	9		
Vivacidad (casi sin gas, poca, equilibrada, abundante, gran cantidad de gas)		visual	6	13	14	3		
Consistencia espuma (ligera, poca densa, espesa, cremosa, compacta)		visual	23	4	5	4		
Color espuma (blanco intenso, ligera, morena, rojo intenso, púrpura)		visual	5	22	4	3	2	
Aroma de la malta (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		olfativa	3	24	8	1		
Aroma del lúpulo (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		olfativa	5	19	11	1		
Aroma del fermento o añadidos (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		olfativa	3	18	10	4	1	
Aroma a alcohol (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		olfativa	10	21	4	1		
Gusto de la malta (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	3	22	10	1		
Gusto del lúpulo (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	5	14	14	2	1	
Gusto del fermento o añadido (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	5	16	13	2		
Gusto a alcohol (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	2	22	11	1		
Gusto dulce (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	8	23	3	2		
Gusto salado (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	23	9	3	1		
Gusto ácido (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	8	14	12	2		
Amargor (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	2	17	11	6		
Astringencia (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	4	20	5	7		
Efervescencia (inapreciable, suave, fuerte, intenso, muy intenso)		boca	2	17	13	4		
Cuerpo de la cerveza (muy poco, poco, con cuerpo, bastante, mucho)		boca	1	8	21	6		
Persistencia del aspecto (casi inapreciable, suave, fuerte, intensa, muy intensa)		boca	1	15	13	6	1	
Regusto (casi inapreciable, suave, fuerte, intensa, muy intensa)		boca	3	18	12	3		
Equilibrio (muy poco, poco, equilibrada, bastante, muy equilibrada)		boca		4	29	3		
Valoración global (escala de 1 a 10):			Puntuación	8,26/10				
Observaciones:								

Anexo 2: Fotografías proceso Determinación de grado alcohólico mediante densímetro.

