



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR
MALTEADO DE MAÍZ (*Zea mays*) Y ARROZ (*Oryza
sativa*) EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA TIPO ALE
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

**AUTOR
NARVÁEZ FUENTES SHIRLEY YELIXA**

**TUTOR
BLGO. SANTANDER VILLAO OSWALDO, M.Sc.**

MILAGRO – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, BLGO. SANTANDER VILLAGO OSWALDO, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR MALTEADO DE MAÍZ (*Zea mays*) Y ARROZ (*Oryza sativa*) EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA TIPO ALE, realizado por la estudiante NARVÁEZ FUENTES SHIRLEY YELIXA; con cédula de identidad N° 125019401-4 de la carrera INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Milagro, 17 de noviembre del 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR MALTEADO DE MAÍZ (*Zea mays*) Y ARROZ (*Oryza sativa*) EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA TIPO ALE”, realizado por la estudiante NARVÁEZ FUENTES SHIRLEY YELIXA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Freddy Gavilánez Luna.
PRESIDENTE

Ing. Paolo Centanaro Quiroz, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Blgo. Oswaldo Santander Villao, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 17 de noviembre del 2021

Dedicatoria

La presente Tesis se la dedico primeramente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados; a mis padres por siempre haberme apoyado incondicionalmente en la parte moral y económica, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios porque me dio el don de perseverancia para alcanzar esta meta.

Agradezco a mis padres: Wilson Narváez y Shirley Fuentes y a mi hermana: Arantza Narváez F. por ser los promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por sus consejos, valores y principios inculcados durante cada paso que doy.

A la universidad que me abrió sus puertas para ser mejor persona y una buena profesional.

A los catedráticos de la Universidad Agraria del Ecuador que me han guiado con paciencia y rectitud y que con el pasar de estos años se han convertido en mi ejemplo a seguir.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo NARVAEZ FUENTES SHIRLEY YELIXA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA CEBADA POR MALTEADO DE MAÍZ (*Zea mays*) Y ARROZ (*Oryza sativa*) EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA TIPO ALE” para optar el título de INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 17 de noviembre del 2021

FIRMAR

NARVAEZ FUENTES SHIRLEY YELIXA

C.I. 125019401-4

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	22

2.2.1 Cerveza	22
2.2.2 Clasificación de las cervezas	22
2.2.2.1. Cerveza tipo Ale	22
2.2.2.2. Cerveza tipo Lager	23
2.2.3 Cerveza artesanal.....	23
2.2.3.1. Proceso de fermentación	24
2.2.4 Materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza	25
2.4.1.1 Factores que se consideran en la evaluación de la cerveza	26
2.2.5 Cebada	28
2.2.6 Maíz	28
2.2.6.1. Contenido nutricional	28
2.2.7 Arroz.....	29
2.2.7.1 Contenido nutricional	30
2.2.8 Cerveza de arroz	30
2.3 Marco legal.....	31
3. Materiales y métodos	35
3.1 Enfoque de la investigación	35
3.1.1 Tipo de investigación.....	35
3.1.2 Diseño de investigación	35
3.2 Variables	35
3.2.1.1. Variable independiente	35
3.2.1.2. Variable dependiente	35
3.2.2 Tratamientos.....	35
3.2.3 Diseño experimental	36
3.2.4 Recolección de datos	36

3.2.4.1. Recursos.....	36
3.2.4.2. Métodos y técnicas	38
3.2.5 Análisis estadístico.....	43
4. Resultados	44
4.1 Características fisicoquímicas del mosto durante la fermentación	44
4.2 Mediante un panel sensorial determinar el tratamiento mejor calificado utilizando una escala hedónica.....	45
4.3 Análisis de costo del producto	46
5. Discusión	49
6. Conclusiones.....	52
7. Recomendaciones.....	53
8. Bibliografía.....	54
9. Anexos	60
9.1 Análisis de varianza para las características físico químicas.....	68
9.2 Análisis de varianza para las variables sensoriales	69

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos para elaboración de cerveza artesanal con malteado	36
Tabla 2. Análisis de varianza para las variables cuantitativas a evaluarse	43
Tabla 3. Análisis de varianza para las variables cualitativas a evaluarse	43
Tabla 4. Promedios del pH.....	44
Tabla 5. Promedio de acidez.....	44
Tabla 6. Promedios de los °GL.....	45
Tabla 7. Promedio de los atributos del análisis sensorial.....	45
Tabla 8. Costo de inversión para elaborar cerveza artesanal tipo Ale	47
Tabla 9. Costo de inversión para elaborar cerveza artesanal con arroz y malteado de maíz	47
Tabla 10. Rendimiento y costo del producto	47
Tabla 11. Diferencias entre la cerveza industrial y artesanal	66
Tabla 3. Valor nutricional del arroz.....	67
Tabla 4. Escala para valoración sensorial.....	67
Tabla 11. Datos de las características fisicoquímicas	69

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz y arroz en la elaboración de cerveza tipo Ale	38
Figura 2. Recepción de las materias primas	60
Figura 3. Lúpulo para la elaboración de cerveza.....	60
Figura 4. Molienda de los granos	61
Figura 5. Cocción del arroz	61
Figura 6. Adición del lúpulo	62
Figura 7. Cocción del lúpulo	62
Figura 8. Filtrado de la cerveza	63
Figura 9. Proceso de fermentación	64
Figura 10. Madurado de la cerveza	64
Figura 11. Embotellado de la cerveza	65
Figura 12. Producto terminado	65
Figura 13. Medición del pH.....	66

Resumen

El uso de materias primas más económicas en la elaboración de la cerveza y que además genere aporte nutricional como el maíz y el arroz, permite ofertar un producto de excelente calidad a un precio muy competitivo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia del malteado de maíz y el arroz sobre las características sensoriales y fisicoquímicas de una cerveza tipo Ale. Se utilizó un diseño completamente al azar, para evaluar los parámetros fisicoquímicos de cada uno de los tratamientos. Las variables cualitativas (color, olor, sabor y textura) se evaluaron empleando una distribución de bloques al azar utilizando un panel de 30 jueces no entrenados. Los resultados del análisis del pH presentan variabilidad, de los cuales el tratamiento 3 con 5 % de maíz, 30% de cebada y 15% de arroz excedió los límites permisibles según la norma NTE INEN 2262, la cual establece límites de 3,5 a 4,8. En el análisis de la acidez, se pudo evidenciar que los tratamientos evaluados cumplen con lo establecido en la normativa, con resultados de 0,19 %; 0,22 % y 0,3 % en orden secuencial expresada ácido láctico, el máximo permisible es de 0,3 %. En los análisis de grados alcohólicos se evidenció que todos los tratamientos cumplen con el requisito establecido en la norma legal vigente NTE INEN 2262, Los tratamientos 3 y testigo, obtuvieron una media de 4,9%. En el análisis sensorial se evidenció una mayor aceptación del tratamiento 3 por parte del panel sensorial, el cual contiene mayor porcentaje de arroz. La relación beneficio/costo de la cerveza con sustitución parcial de cebada por maíz y arroz fue mayor a uno, lo cual sugiere que es viable seguir con la investigación a mayor escala.

Palabras claves: arroz, cebada, cerveza tipo Ale, maíz.

Abstract

The use of cheaper raw materials in the production of beer and that also generates nutritional contribution such as corn and rice, will allow us to offer a product of excellent quality at a very competitive price. The objective of this research was to evaluate the influence of maize and rice malting on the sensory and physicochemical characteristics of an Ale-type beer, a completely randomized design was used, where the physicochemical parameters of each of the treatments were evaluated. Qualitative variables such as color, odor, taste and texture were evaluated using a random block distribution using a panel of 30 untrained judges. The results of the pH analysis show variability, of which treatment 3 with 5% corn, 30% barley and 15% rice exceeded the permissible limits according to the NTE INEN 2262 standard, which establishes limits of 3.5 to 4.8. In the acidity analysis, it was possible to show that the evaluated treatments comply with what is established in the regulations, with results of 0.19%; 0.22% and 0.3% in sequential order expressed lactic acid, the maximum allowable is 0.3%. In the analysis of alcoholic degrees it was evidenced that all treatments meet the requirement established in the current legal standard NTE INEN 2262, Treatments 3 and control, obtained an average of 4.9%. In the sensory analysis, a greater acceptance of treatment 3 was evidenced by the sensory panel, which contains a higher percentage of rice. The benefit / cost ratio of beer with partial substitution of barley for corn and rice was greater than one, which suggests that it is feasible to continue with the research on a larger scale.

Keywords: rice, barle, ale, corn.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

La cerveza ha acompañado al ser humano desde el comienzo de la civilización, en efecto fueron los sumerios y mesopotámicos en el 10.000 a.c. quienes la nombran por primera vez en sus escritos y desde ese entonces tanto egipcios, griegos, romanos, celtas, belgas, galos como germanos han perfeccionado la fabricación y diversificado recetas en torno a la cerveza (Ibáñez, 2013). Actualmente la industria de la cerveza registra datos vertiginosos, en 2012 el consumo mundial de cerveza ascendió a 187,37 millones de kilolitros siendo el líder mundial en consumo per cápita la República Checa con 148,6 litros al año (Isozaki, 2012). Según estadísticas del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2007) en el Ecuador el 13,0 % de la población consume cerveza al menos 1 a 2 días por semana, siendo un país consumidor de cerveza.

El 56,7 % de los ecuatorianos que consume bebidas alcohólicas prefiere la cerveza según lo reveló ChartsBin (2011), pero estas cifras distan de las reveladas un año después en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en Hogares Urbanos y Rurales del INEC), en ese informe se indica que el 79,2 % de los consumidores prefiere tomar solamente cerveza. La firma consultora Euromonitor Internacional, en 2016, publicó un estudio sobre el consumo de cerveza en la región, según esta compañía, en Ecuador se toma un promedio de 35 litros per cápita anuales y el mercado de la cerveza mueve un poco más de \$ 1.700 millones cada año.

En el país, desde 2010, galopa con fuerza el "boom" de las cervezas artesanales. El mercado de cervezas artesanales en el Ecuador ha cambiado en los últimos años, aparecieron las primeras en el 2010, como emprendimientos familiares y de amigos en común; en el 2015 existían 15 cervecerías pequeñas y 55 microcerveceras en el país distribuidas en Quito, Guayaquil, Cuenca, Ibarra, Manta

y Loja principalmente de acuerdo a la asociación de Cerveceros del Ecuador. En la actualidad existen 60 marcas de cervezas artesanales de acuerdo al estudio de mercado de cervezas (Beer Market Share) de Synergie, que atienden principalmente restaurantes y bares de nivel socio económico medio alto y alto en las ciudades donde se producen (Carvajal, 2018).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La cerveza artesanal es más cara de producir debido a que el productor independiente no cuenta con las mismas ventajas en cuanto a adquisición de insumos ni de procesos de producción, sin embargo, se le cobran impuestos de la misma manera en que se le cobran a las grandes cervecerías.

Las macro cervecerías tienen una gran ventaja en este apartado; su gran demanda de cebada les permite exigir mejores precios a los campesinos o en su caso a quienes les abastecen de la preciada materia prima, mientras que el cervecero independiente tiene que comprar materia prima, comúnmente, de importación y a precios no tan atractivos.

El cervecero artesanal no suele tener herramientas tan avanzadas, y solo producirá, a lo mucho, algunos cientos o miles de litros en el mismo periodo de tiempo, puede tener un proceso de maduración en botella desde un mes, hasta 8 o más meses, en algunos estilos en particular; además, no cuenta con los canales más óptimos de distribución, lo que añade costo extra al producto. En resumidas cuentas, el producto artesanal puede llegar a costar de 4 a 6 más en producirse que su contra parte comercial (Sierra de Alica, 2016).

Otro de los problemas del consumo de cerveza se presenta en la intolerancia permanente que manifiestan ciertas personas al gluten, que son un conjunto de

proteínas presentes en el trigo, avena, cebada y centeno y en productos derivados como la cerveza, el cual no se encuentra en el arroz

1.2.2 Formulación del problema

¿Se podrá sustituir parcialmente la cebada por maíz y arroz en la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale que cumpla con las especificaciones técnicas estipuladas en la normativa legal vigente?

1.3 Justificación de la investigación

El mercado de cervezas mueve millones de dólares al año en Ecuador, y si observamos actualmente existe un auge de marcas propias de cervezas artesanales, el cual se está dando de manera desordenada y aislada, sólo en ciudades principales.

Carvajal (2018) menciona que la cerveza artesanal es una bebida para socializar la toman para sobresalir del grupo o del status tradicional, y esto se soporta en que una encuesta realizada en su trabajo de investigación, donde aduce que el tercer lugar de los motivos por el cual toman cervezas artesanales era probar algo nuevo, por lo que concluye que la cerveza artesanal les brinda una nueva experiencia (están buscando cosas nuevas) y adicional les brinda status.

Otro de los objetivos de su estudio fue determinar los factores de decisión de compra, cuando el consumidor elige una cerveza artesanal, y según las encuestas evidenciaron que ellos prefieren la cerveza artesanal versus una tradicional, por el sabor (74 %), el empaque (48 %) y el mayor contenido de grado alcohólico (42 %), éstas son las características que busca nuestro consumidor promedio, y que actualmente prefiere las cervezas nacionales artesanales sobre las marcas internacionales.

El utilizar materias primas más económicas en la elaboración de la cerveza y que genere aporte nutricional como el maíz y el arroz, se podrá ofertar un producto de excelente calidad a un precio muy competitivo.

El usar arroz puede dar los siguientes beneficios al ser utilizado en la cerveza: Mayor claridad de la cerveza, por la disolución de las proteínas en el total de granos empleado. Mayor rendimiento del grano, ya que el 90 % del arroz es almidón y por lo tanto un futuro azúcar fermentable. Un sabor más neutro, le quitará maltosidad o sabor a grano a la cerveza final, que nos lleva al siguiente beneficio, que es una mayor bebibilidad de la cerveza resultante, creo que todos estamos de acuerdo que, de las muy conocidas cervezas industriales, que utilizan estos cereales, se puede beber grandes cantidades sin saciarse de cerveza (HomeBrewer, 2016).

El maíz o arroz son ricos en almidón y con un nivel de proteínas solubles muy bajos, en combinación con las maltas, se podría conseguir un mosto de buena calidad. El beneficio colateral más atractivo es que ni el maíz ni el arroz tienen que ser malteados, lo que supone un enorme ahorro de costes, que a la postre repercutirá en el precio final de la cerveza y hará su consumo más popular.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se ejecutó en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro.
- **Tiempo:** El desarrollo de esa investigación se llevó a cabo durante los meses de marzo a agosto del 2020.
- **Población:** Para realizar el análisis sensorial se empleó 30 consumidores potenciales quienes evaluarán color, olor, sabor y textura de cada tratamiento.

1.5 Objetivo general

Evaluar la influencia del malteado de maíz (*Zea mays*) y el arroz (*Oryza sativa*) sobre las características sensoriales y fisicoquímicas de una cerveza tipo Ale.

1.6 Objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas del mosto durante la fermentación.
- Determinar mediante un panel sensorial el tratamiento mejor calificado utilizando una escala hedónica.
- Realizar un análisis de costo del producto

1.7 Hipótesis

La sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz (*Zea mays*) y arroz (*Oryza sativa*) influirá en las características sensoriales y físico químicas en una cerveza tipo Ale

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Aguirre (2019) elaboró una cerveza artesanal a partir de malta de maíz morado (*Zea mays L.*) se realizaron 3 experimentaciones con diferentes porcentajes de maltas de maíz morado 50 %, 75 % y 100 % respectivamente, también se determinaron factores visuales como el color, nivel de turbidez, consistencia de la espuma y color de la espuma, olfativos como aroma de la malta, aroma a fermento, aroma a lúpulo y aroma ácido, y por último gustativos como sabor de la malta, sabor del lúpulo, sabor del fermento, sabor ácido, sabor dulce, amargor, astringencia, efervescencia y cuerpo de la cerveza, una vez analizado los resultados se obtuvo una cerveza de sabor fuerte, aromas equilibrados, un color cobrizo y una gasificación equilibrada.

Mencia y Pérez (2016) desarrollaron una formulación de cerveza artesanal utilizando como malta base, maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja, seleccionando el mejor tratamiento para su caracterización fisicoquímica. Se usaron Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial, utilizando dos tipos de cerveza, ale y lager, dos tipos de edulcorante, azúcar y miel de abeja para carbonatación natural medidos al día cuatro y ocho. El uso del grano de maíz variedad tuxpeño malteado mostró ser eficiente en relación maíz y cebada (70: 27 %), sin embargo, se necesitó adicionar azúcar para aumentar la cantidad de azúcares disponibles para producir una cerveza artesanal con un grado alcohólico superior al 5 %. El uso de miel de abeja para la carbonatación natural en botella fue influyente para una aceptación y preferencia superior a la carbonatada con azúcar. Las cervezas producidas con 70% de malta de maíz mostraron niveles aceptables en pH, color,

grado alcohólico, gravedad específica, tiempo de retención de espuma categorizando dentro de los estilos Imperial Stout para Ale y Doppelbock para Lager. El uso de malta de maíz redujo considerablemente los costos de producción de cerveza artesanal para ambos estilos, por lo que permite competir con el mercado importado de cervezas artesanales.

Tirado y Zalazar (2018) valoraron los efectos fisicoquímicos y sensoriales de las sustituciones parciales de cebada con banano de rechazo en la obtención de un tipo de cerveza artesanal como una alternativa para su aprovechamiento. Se determinó el comportamiento del factor en estudio: porcentaje de banano, en relación al contenido de la mezcla de cebadas malteadas (95 % malta pilsen + 5 % malta caramelo), que originaron tres tratamientos; T1 (25 % banano + 75 % mezcla de cebadas malteadas), T2 (50 % banano + 50 % mezcla de cebadas malteadas), y T3 (75 % banano 25 % mezcla de cebadas malteadas), conjuntamente se elaboró un testigo (100 % mezcla de cebadas malteadas). Se evaluaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol). Las características organolépticas (color, olor y sabor) se evaluaron con un panel de jueces no entrenados y por medio de la prueba de Friedman. Todos los tratamientos cumplieron con lo establecido por la NTE INEN 2262, resultando mejor tratamiento el T1 que obtuvo 4.49 pH, 0.25 % acidez total, y 5.78 % alcohol establecido por la norma, la densidad obtuvo un promedio de 1.025 g/ml.

Hidalgo (2015) desarrolló cerveza de maíz morado, el proceso se dividió en dos grupos, en el primero se realizó el malteo del maíz y en el segundo grupo se mantuvo en su estado natural (no germinado). La formulación con mayor contenido de sólidos solubles al inicio del proceso fue la cerveza 100 % malta de cebada, seguida por la cerveza 50 % malta de cebada; 50 % malta de maíz

morado y la que presentó el menor valor fue la cerveza 50 % malta de cebada; 50 % maíz morado sin germinar (CMMS); al finalizar el proceso fermentativo las bebidas presentaron un contenido de sólidos solubles en promedio de 9.66 °Brix. El pH inicial promedio de las tres formulaciones fue de 5.45 mientras que el pH final fue de 4.13. La cerveza que presentó el mayor grado alcohólico fue la formulación CC con 5.24 °GL; los valores de acidez total (ácido láctico) promedio en las tres formulaciones fue de 0.27 %; en base a estos resultados los tres productos cumplen con lo que establece la norma INEN 2262 en estos tres parámetros. La cerveza con mayor aceptación por los consumidores fue la cerveza CMMS.

Romero (2019) mediante un estudio optimizó el proceso de elaboración de malta de arroz, para ello se evaluó el tiempo de remojo, concentración de NaOH % p/v y el tiempo de germinación. Para el diseño experimental se utilizó un DCCR y un análisis de superficie de respuesta generando modelos predictivos para la cantidad de °Brix y el porcentaje de germinación obteniéndose un R² de 0.8098 y 0.7682 respectivamente. Para la medición del porcentaje de germinación se utilizó el método 6.11.2.3 (NM-FF-043-SCFL-2003) y para los °Brix se dio lectura a los mostos que fueron macerados por un programa desarrollado con cambios y descansos de temperatura. Se obtuvieron condiciones óptimas con respecto a la cantidad de °Brix con los parámetros 60 horas (tiempo de remojo), 0.08867 (concentración de NaOH % p/v) y 62 horas (tiempo de germinación). Además, se evaluó experimentalmente los parámetros óptimos y se analizó las temperaturas de gelificación de la malta, así como su viscosidad y la reacción con iodo. La mayor extracción de sólidos solubles (°Brix) que se puede obtener durante la maceración es por encima de 50 horas de remojo y germinación y para los

porcentajes de germinación entre 90 a 100 % se dan con una mayor concentración de NaOH.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cerveza

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2262 “La cerveza es una bebida de moderado contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o los derivados de lúpulo” (INEN, 2013).

También se la puede identificar como un líquido de malta dulce o fermentada saborizada con lúpulo; producida de forma natural y de alto consumo a nivel mundial, utiliza cuatro ingredientes primordiales, la cebada es el ingrediente principal y alma de la cerveza; el lúpulo se encarga de darle el amargor y sabor; la levadura es el microorganismo que al adicionarse al mosto provoca la fermentación de la bebida y por último el agua cervecera, este ingrediente debe ser calidad, pues influye en las propiedades organolépticas de esta bebida (Suarez, 2013).

2.2.2 Clasificación de las cervezas

2.2.2.1. Cerveza tipo Ale

Este tipo de cerveza se identifica por tener una fermentación alta en la parte superior del tanque con una temperatura de 15 a 25 °C. Esta temperatura provoca la presencia de estrés, compuestos orgánicos o inorgánicos, cambiando tanto el sabor, como los tonos de color, sabores afrutados y dulces en la cerveza (Macedo, 2019).

2.2.2.2. Cerveza tipo Lager

Estas cervezas tienen mayor popularidad y se consumen en altas cantidades a nivel mundial. Las levaduras utilizadas provocan una fermentación baja, debido que las temperaturas que requieren para lograr su activación suelen ser más bajas que en las Ales. Durante el proceso de fermentación se usa la levadura tipo *Saccharomyces pastorianus*, esta permanece en el fondo del contenedor, a diferencia de las Ales que suben a la superficie. Proporcionando a este tipo de cerveza un color muy limpio, puesto que durante la filtración las levaduras se quedan al fondo del fermentador, con un sabor neutro y refrescante (Segura, Núñez y Cabrera, 2014).

2.2.3 Cerveza artesanal

La cerveza artesanal es una bebida alcohólica cuya elaboración se da con ingredientes naturales y nada diferentes de agua, malta de cebada, trigo, centeno u otros tipos de cereales, lúpulo y levadura. El proceso de elaboración difiere con la cerveza tradicional debido que no requieren de la pasteurización, permitiendo que los aromas y sabores propios de los ingredientes utilizados se conserven, así como la acción de la levadura. Mientras que a la cerveza pasteurizada el gas se coloca artificialmente, la cerveza artesanal produce su propio gas durante la segunda fermentación, una vez que este embotellada. Por estas características se considera a la cerveza artesanal un producto único y de calidad Premium (Jaramillo, 2016).

Al no filtrarse, las partículas en suspensión no se eliminan por lo que se obtienen cervezas más turbias. Al no llevarse a cabo estos dos procesos, provocan que exista una segunda fermentación en la botella, debido que la levadura sigue teniendo sustrato que fermentar, consiguiendo saturar a la cerveza de gas

carbónico y etanol, al final se tendrán cervezas fuertes con una graduación alcohólica normalmente mayor a las cervezas industriales. Este tipo de cerveza engloban dos grandes familias; Ale y Lager (Martínez, 2013).

El consumo y demanda de este tipo de cerveza ha ido creciendo, gracias a su sabor, dado que este es más concentrado que la industrial, pues su fabricación es con 100 % de cebada sin utilizar mezclas con otros cereales; además, existe una amplia variedad que agrada al público, por eso en los últimos años se han elaborado cervezas artesanales a base de otros cereales sustituyendo de forma parcial la cebada, dando como resultado sabores a café, chocolate, ahumados, florales, entre otros (Lombeida y Herrera, 2018).

2.2.3.1. Proceso de fermentación

La fermentación es el proceso primordial para elaborar cerveza, dado que la levadura transforma los azúcares procedentes del mosto, la velocidad de fermentación depende de la temperatura a la que se fermente. Para elaborar cerveza tipo Ale, se utiliza levadura de alta fermentación, este microorganismo fermenta entre 16 a 22 °C durante cinco a seis días.

Durante esta fase, se produce alcohol, dióxido de carbono y alrededor de 600 compuestos que imparten sabor; estos compuestos son ésteres, aldehídos y alcoholes. Posterior a esto se obtiene una cerveza inmadura, la misma que no se puede consumir y a su vez presenta compuestos indeseables que durante el período de maduración se hacen menos intensos y en ciertos casos desaparecen (Tapia, 2017).

2.2.4 Materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza

Levadura

Es el microorganismo que se alimenta de los azúcares fermentables presentes en el mosto produciendo subproductos como alcohol etílico y CO₂ bajo condiciones de ausencia de oxígeno, en el caso de existir oxígeno en el mosto, la levadura lo consume para multiplicarse. Una vez que metaboliza la mayoría de azúcares, el proceso de fermentación disminuye parcialmente hasta llegar a la floculación de las levaduras y luego caen al fondo del tanque provocando su inactividad total. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, fermenta a una temperatura entre 6 a 16 °C, flota en la parte superior del tanque y necesita aproximadamente una semana para fermentar y otra semana para madurar (Garduño, López, Martínez y Ruiz, 2014).

Agua

El agua es considerada el principal ingrediente de la cerveza, dado que representa el 90 al 95 %, por esa razón se requiere elegir una adecuada fuente de agua potable. Durante la etapa de maceración de los granos, se adiciona agua, es por eso que la calidad del agua es un factor muy importante para la obtención de cerveza. Cuando las fuentes de donde proviene el agua son de calidad, estas pueden influir sobre el sabor del producto final y la reducción de costos de tratamientos de agua (Pardo, 2018).

Malta

El malteado es el primer paso para la elaboración de cerveza, este inicia con el proceso de germinación del cereal que se va a utilizar como materia prima. El proceso puede ser interrumpido con el secado de los granos a partir de calor. Dando como resultado la malta, la misma que es sometida a distintos grados de tostado,

de esta manera se elaboran los diferentes estilos de cerveza tanto de ales como de lagers.

Este proceso es fundamental para elaborar cerveza, puesto que transforma los almidones de los cereales en azúcares y gracias a la acción de las levaduras, estas fermentan y se convertirán en alcohol y CO₂. Además, la malta confiere varias características en la cerveza como; cuerpo, estabilidad de la espuma, aromas y color. Es decir, sin malta no hay cerveza (Echeverría y Gutiérrez, 2010)

Lúpulo

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es un ingrediente que no se puede remplazar en la elaboración de la cerveza y tampoco existen algún sustituto; su aporte de sabor amargo agradable y aroma suave lo hacen necesario para la industria cervecera, además contribuyen con la conservación y permanencia de la espuma en la cerveza (Castañeda, 2015).

2.4.1.1 Factores que se consideran en la evaluación de la cerveza

Color

El color de la cerveza se da, de acuerdo al tratamiento que los que hayan sido sometidos los granos, ya sea por los diferentes grados de tostado que se ha dado a la malta o por la mezcla que se realice con ellas, originando una diversidad de colores puede ir desde el dorado pálido hasta el marrón casi negro. Técnicamente pueden definirse como rubio, ámbar, rojo o negro (Carvajal y Insuasti, 2010).

Turbidez

Se producen por las proteínas y levaduras suspendidas en la cerveza que no fueron filtradas, por eso es favorable realizar una cocción intensa del mosto, logrando de esta manera la ruptura de las proteínas de la malta y reducción de la turbidez en el producto. en ciertas ocasiones se requieren del uso de aditivos como

bentonita, gelatina, carraginosos, pectinasas, etc. para reducir la turbidez a niveles aceptables (Cedeño y Mendoza, 2016).

Viscosidad

Es un atributo que está ligado a la presencia de espuma y gas carbónico, la viscosidad adecuada va a ser dependiendo del tipo de cerveza. Por lo general las cervezas inglesas al contener poco gas carbónico resulta fácil beberla a grandes tragos, pero no sucede lo mismo con las de trigo, dado que, al ser chispeantes, obliga a dar pequeños y repetidos sorbos (Gonzales, 2017).

Espuma

Llamada también como cabeza o corona, es uno de los principales elementos sensoriales percibidos en las cervezas, la cantidad que requiera va a ser según el tipo de cerveza. Las de trigo, producen más espuma y son más estables que las fabricadas con cebada; la cantidad de espuma está relacionada con las proteínas, mucílagos y gomas que presenta el grano con la que se elabora, las mismas que influyen en la tensión superficial (Martínez y Jiménez, 2013).

Aroma

El aroma de la cerveza tiene sutiles matices originados por la presencia de varias sustancias volátiles, las mismas que al combinarse unas con otras crean un estilo distinto de acuerdo a su personalidad. Los elementos más importantes para calificar los aromas son el lúpulo, los cereales y el tiempo de fermentación de la cerveza (Moreno, 2017).

Amargor

Los encargados de esta característica son los aceites esenciales presentes en el lúpulo y la malta muy tostada, creando la sensación de amargor, la misma se da por la isomerización de los alpha ácidos del lúpulo. El nivel de amargor depende

del porcentaje de alpha ácidos que contengan las flores de lúpulo, de la cantidad de agregado y del tiempo de hervor del mosto lupulizado (Villegas, 2013).

2.2.5 Cebada

La cebada es el ingrediente cuantitativo y funcional del mosto de la cerveza, puesto que, durante la germinación de la cebada, se originan y activan enzimas que transforman los almidones en azúcares utilizables por la levadura en la próxima fermentación. El malteado es un proceso aplicado a los granos de cereal, en el que dichos granos germinan y se secan rápidamente tras el desarrollo de la planta. La malta aparte de utilizarse en la fábrica de cerveza, se usa también en whisky y vinagre de malta (Arias y Lozano, 2017).

Los granos malteados desarrollan las enzimas que se necesitan para convertir el almidón del grano en azúcar. La cebada es el cereal malteado más común, debido a su alto contenido de enzimas. Se pueden maltear otros granos, aunque la malta resultante puede que no tenga el contenido enzimático suficiente para convertir su propio contenido de almidón completo y eficientemente (Reyes, 2013).

2.2.6 Maíz

El maíz constituye el tercer cereal más cultivado en el mundo después del trigo y el arroz, este último es la base de la alimentación de muchos países. Aunque no se ha conseguido desbancar al trigo, este grano ha ganado consumidores, sobre todo personas celíacas, dado que el maíz no contiene gluten. Existen distintas variedades, que se diferencian en función de su color como amarillo, blanco, azul, morado, rojo y negro o por la finalidad a la que están destinadas (De León, 2016).

2.2.6.1. Contenido nutricional

100 gramos de maíz aportan 265 calorías.

Hidratos de carbono: 66 gramos.

Proteínas: 10 gramos.

Grasas: 25 gramos.

Fibras: 10 gramos.

Vitaminas: B1 (25 %), B3 (9 %) y A (12 %).

Minerales: Fósforo, magnesio, hierro, zinc y manganeso.

Este cereal se caracteriza por ser un alimento muy energético, que aporta cerca de 330 kcal por 100 g. Esto es porque su composición es fuente de hidratos de carbono. Aunque no quita para que sea rico en vitaminas y minerales, y moderado tanto en proteínas como en agua (Apaza y Atencio, 2017).

2.2.7 Arroz

El arroz, *Oryza sativa*, es un grano de cereal que se domesticó por primera vez para el consumo de alimentos hace alrededor de 11.000 años en China. Una vez que cosechado, está rodeado por una cáscara o cobertura que es retirada durante la molienda. Si solo se retira la cáscara, se lo llama arroz integral, pero por lo regular las moliendas quitan el salvado y dejan al descubierto el arroz blanco, que tiene menos nutrientes. El arroz partido se utiliza para la mayoría de los propósitos de fabricación de cerveza, sin embargo, este tipo de arroz, aunque no es de menor calidad, se lo conoce como el arroz del cervecero, ya que sus características se prestan para usarse en una producción a gran escala (Ospina y Pinto, 2016).

También se utiliza para aclarar el color sin agregar ningún sabor perceptible, contiene menos proteínas que la cebada, por lo que también puede usarse para mejorar la claridad. En comparación con otros cereales, el arroz tiene un alto porcentaje de almidón, por lo tanto, puede proporcionar un mayor contenido de azúcar y alcohol si se convierte correctamente. Por lo que puede representar hasta el 50 % de la molienda sin ninguna ayuda de enzimas agregadas.

2.2.7.1 Contenido nutricional

Aproximadamente el 80 % del grano está compuesto por carbohidratos. Únicamente del 3 al 5 % de estos carbohidratos son estructurales, conformado por la fracción fibrosa. El resto es material de reserva constituido principalmente por el almidón. El almidón se almacena en gránulos dentro de las células del endospermo.

Las moléculas del almidón son polímeros de glucosa unidos por enlaces glucosídicos alfa 1-4 y 1-6. Está conformado por moléculas de amilopectina y amilosa. El grano de almidón es insoluble en agua fría. Cuando se calienta con agua, la absorbe, se hincha y revienta (Pincioli, 2011).

El contenido de proteínas del arroz ronda el 7 %, y contiene naturalmente apreciables cantidades de tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2 y niacina o vitamina B3, así como fósforo y potasio.

Sin embargo, en la práctica, con el procesamiento industrial, con su refinamiento y pulido, se pierde hasta el 50 % de su contenido en minerales y el 85 % de las vitaminas del grupo B, quedando por tanto convertido en un alimento sobre todo energético. El arroz integral, por tanto, es una buena opción ya que conserva una mayor parte de los nutrientes (Pestana, 2009).

2.2.8 Cerveza de arroz

Los cerveceros alemanes frugales apreciaban el arroz por su eficiencia y asequibilidad para la fabricación de cerveza, consideraban que las cervezas que se fabrican con la adición de arroz se distinguen por su sabor agradable y color claro, además el arroz resulta un poco más económico que la malta y con respecto al contenido de azúcar es superior, por lo que su uso en la cerveza es beneficioso desde el punto de vista económico (Alvarado, Bruno, Burbano, de la Fuente y Reinoso, 2015).

A diferencia de la cebada malteada, el arroz de grano entero se gelatiniza antes de la maceración, es decir, sus almidones deben degradarse para que las enzimas amilasas se conviertan en azúcar. El rango de temperatura de gelatinización del arroz es de aproximadamente 68 a 77 °C. este proceso se da debido que este grano carece de enzimas necesarias para degradar el almidón, razón por la cual se requiere macerar con cebada, ya que esta contiene abundantes enzimas y enzimas suplementarias (Gabbard, 2017).

Se utiliza un macerado de cereales para gelatinizar el almidón del arroz de grano entero, pero hay varios productos de arroz previamente gelatinizados disponibles, incluidos arroz triturado, jarabe de arroz y sólidos de jarabe de arroz. El arroz triturado se ha gelatinizado previamente a través de un tratamiento a alta temperatura (generalmente mediante cocción al vapor) y hervor (como la trituración de malta) para exponer el grano. El arroz triturado se hidrata con mayor rapidez que el arroz no gelatinizado, y se desintegra rápidamente en el macerado, por lo tanto, no se necesita una trituración adicional.

2.3 Marco legal

Ecuador Plan Nacional toda una vida 2017 – 2021

El Buen Vivir o Sumak Kawsay, es una idea movilizadora que ofrece alternativas a los problemas contemporáneos de la humanidad. El Buen Vivir construye sociedades solidarias, corresponsables y recíprocas que viven en armonía con la naturaleza, a partir de un cambio en las relaciones de poder. El Sumak Kawsay fortalece la cohesión social, los valores comunitarios y la participación activa de individuos y colectividades en las decisiones relevantes para la construcción de su propio destino y felicidad. Se fundamenta en la equidad con respeto a la diversidad, cuya realización plena no puede exceder los límites de los ecosistemas que la han originado.

Objetivo 5: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

5.2 Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía.

5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.

5.6 Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades (Plan Nacional de Desarrollo, 2017, p.80).

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.

6.1 Fomentar el trabajo y el empleo digno con énfasis en zonas rurales, potenciando las capacidades productivas, combatiendo la precarización y fortaleciendo el apoyo focalizado del Estado e impulsando el emprendimiento.

6.3 Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural (Plan Nacional de Desarrollo, 2017, p.84).

Políticas y lineamientos estratégicos

Diversificar y generar mayor valor agregado en la producción nacional. Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales.

Impulsar la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario, acuícola y pesquero.

Fortalecer la economía popular y solidaria y las micro, pequeñas y medianas empresas en la estructura productiva (SENPLADES, 2015, p.359).

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria

Título I

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad,

los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011, p.1).

NTE INEN 2262: 2013 BEBIDAS ALCOHOLICAS: CERVEZA

2.1.1 Cerveza. Bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o sus derivados.

2.1.4 Cebada malteada. Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.

2.1.5 Adjuntos cerveceros. Son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón.

2.1.6 Lúpulo. Es un producto natural obtenido de la planta *Humulus lupulus*, responsable del amargor y de parte del aroma de la cerveza. Este puede estar en forma vegetal o en forma de extracto.

3. Disposiciones generales

3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos, (a excepción de aquellas que por la naturaleza de sus materias primas y sus procesos de producción presentan turbidez como característica propia).

3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbiológica.

3.3 Prácticas Permitidas

3.3.1 El agua debe ser potable, debiendo ser tratada adecuadamente para obtener las características necesarias para favorecer los procesos cerveceros.

3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas.

3.3.3 Se puede utilizar colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.

3.3.4 Se puede utilizar agentes antioxidantes y estabilizantes de uso permitido en alimentos.

3.3.5 Se puede utilizar ingredientes naturales que proporcionen sabores o aromas.

3.3.6 Se pueden utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como la celulosa, tierras de infusorios o diatomeas, PVPP (poli vinil poli pirrolidona).

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO₂.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. Clasificación

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.3 Por su color:

4.1.3.1 Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color \geq 20 unidades

EBC. 4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

4.1.5.1 Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original contiene como mínimo un 50 % en masa de cebada malteada.

4.1.5.2 Cerveza 100 % de malta o de pura

malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.

4.1.5.3 Cerveza de (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios):

es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80 % en masa de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto (no menos del 20 % en masa de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto deben citarse todos ellos.

NTE INEN 2322: 2002 Bebidas Alcohólicas. Cerveza

Determinación de alcohol: Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar el contenido de alcohol en la cerveza. La determinación del contenido de alcohol se puede efectuar por cualquiera de los métodos establecidos. Los métodos Volumétrico y Gravimétrico deben ser usados como dirimientes en caso de divergencia

NTE INEN 2323: 2002 Bebidas alcohólicas. Cerveza.

Determinación de la acidez total:

Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la acidez total en la cerveza. La determinación de la acidez total se puede efectuar por cualquiera de los métodos establecidos. El método de Titulación Potenciométrica debe ser usado como dirimente en caso de divergencia. La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables, determinadas por titulación de una muestra de cerveza desgasificada con solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2. Los resultados pueden expresarse como porcentaje de ácido láctico o como cm³ de álcali 1,0 N o necesarios para neutralizar 100 g de cerveza.

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental con un nivel de conocimiento exploratorio. Las variables evaluadas fueron el contenido de maíz y arroz dentro del proceso de elaboración de cerveza artesanal tipo Ale.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación fue experimental, las variables fueron evaluados cuantitativamente mediante sus parámetros fisicoquímicos durante la fermentación, mientras que las características sensoriales fueron medidas por una escala hedónica con la ayuda de un panel sensorial

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Contenido de maíz

Contenido de arroz

3.2.1.2. Variable dependiente

Parámetros Físico-químicos (pH, acidez total y contenido alcohólico).

Características sensoriales (olor, sabor, color y textura).

Análisis de costo/beneficio

3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos varían en la concentración de maíz y arroz en sustitución parcial de la cebada. Además, se empleó un tratamiento testigo, el cual se realizó sin maíz ni arroz. Dichos tratamientos se detallan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos para elaboración de cerveza artesanal con malteado

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	TESTIGO
Maíz	15	10	5	0
Cebada	30	30	30	50
Arroz	5	10	15	0
Levadura	2	2	2	2
Lúpulo	3	3	3	3
Agua	45	45	45	45
Total	100	100	100	100

Narváez, 2021

3.2.3 Diseño experimental

Para las variables cuantitativas se utilizó un diseño completamente al azar, en donde se evaluaron los parámetros fisicoquímicos de cada uno de los tratamientos (formulaciones) indicados en la Tabla 1, a través de 5 repeticiones. Las variables cualitativas tales como el color, olor, sabor y textura, se evaluaron empleando una distribución de bloques al azar. En este último se utilizó un panel de 30 jueces no entrenados, quienes constituyeron la fuente de bloqueo dado el criterio subjetivo al emplear la escala hedónica de 5 puntos (Anexo).

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos humanos

Tutor: Blgo. Oswaldo Santander

Tesisista: Yelixa Narváez

Recursos bibliográficos

Revistas científicas

Artículos científicos

Libros

Sitios web

Tesis de pregrado, postgrado y doctorales

Recursos institucionales

Universidad Agraria del Ecuador

Laboratorio de Biotecnología

Recursos materiales

Los materiales a utilizar para el desarrollo del trabajo experimental se describen a continuación:

Materia prima e insumos

Arroz

Maíz

Cebada

Agua

Lúpulo

Levadura

Materiales de proceso

Molino casero de aluminio para cebada y maíz

Olla

Termómetro de 0 a 100 °C

Densímetro de 1000 a 1100

Envases de vidrio color ámbar

Corcholatas

Selladoras de corcholatas

Alcoholímetro

Peachimetro

3.2.4.2. Métodos y técnicas



Figura 1. Diagrama de flujo de la sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz y arroz en la elaboración de cerveza tipo Ale Narváez, 2021

Descripción del proceso de sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz y arroz en la elaboración de cerveza tipo Ale

Recepción de materia prima

Se realizó la recepción de las materias primas maíz, arroz y cebada, junto a los demás insumos que se utilizaron durante el proceso de elaboración de cerveza artesanal.

Molienda

En este proceso los granos se rompieron, de manera que el almidón interior quedó expuesto, cuidando de que la cáscara quede lo más entera posible, sirviendo como filtro en la etapa de macerado.

Macerado

Se utilizó agua potable suficiente a una temperatura cercana a los 74 °C, para preparar la papilla del macerado.

Se calculó aproximadamente 3 litros por cada Kg de malta de la receta; posterior a este proceso se añadió en el macerador el agua a la temperatura requerida y el grano molido de forma simultánea realizando leves movimientos con la ayuda de una cuchara de manera que se evite la formación de grumos.

Esta etapa dura más o menos tres horas, el calor expone a las enzimas en acción, actuando sobre las proteínas, descomponiéndolas en aminoácidos, sobre los almidones, transformándolos en azúcares o en maltosa y glucosa. Finalmente, se obtiene un compuesto líquido en el almidón, que se ha transformado en glucosa. La temperatura final de este compuesto debe estar entre 76 a 77 °C, para obtener la viscosidad óptima del producto y así permitir un rápido filtrado.

Cocción

Una vez que empezó a hervir, se tomó en cuenta el tiempo y se añadió la primera parte de lúpulos correspondiente al amargor. Luego, se añadió una segunda parte de lúpulos (sabor) y cerca del fin del punto de tiempo de ebullición, se añadió una tercera cuota de lúpulos (aroma). Finalizado el tiempo de cocción, se removió el mosto y se tapó, posterior a esto, se dejó reposar unos minutos.

Enfriado

En esta operación se enfrió el mosto para su aireación, por lo que se necesitó que el mismo este frío permitiendo disolver el aire.

La levadura utilizada para este tipo de cerveza requirió oxígeno para su dispersión durante las primeras 12 a 24 horas de fermentación, debido que el resto de la fermentación es anaeróbica. Cuando el mosto estuvo a una temperatura entre de 18 a 20 °C se controló la densidad. Antes de ser añadirse la levadura, previamente se hidrató y se disolvió totalmente a una temperatura de 30 a 40 °C, después de 12 a 24 horas se pudo observar los primeros signos de actividad.

Fermentación

La fermentación "Ale" se realizó entre 18 °C y 25 °C, durante aproximadamente 7 días según la temperatura. Se caracterizó por la formación de una capa de espuma en la superficie (Krausen).

La fermentación primaria finalizó una vez que la capa superficial de levadura prácticamente fue desapareciendo o la densidad del mosto se aproximó a 1.015

Madurado

La cerveza se filtró, luego pasó a unos tanques, donde se sometió a un proceso de maduración, sin arrastrar las levaduras del fondo a una temperatura de 10 °C por 20 días.

Embotellado

Una vez que finalizó la maduración, se transfirió la cerveza a botellas, es mejor llenar bien las botellas para evitar que quede aire en la parte superior, dando lugar a una oxidación, es decir se llenó entre 2 o 3 cm por debajo del borde. La adición de azúcar se realizó para gasificar la cerveza en las botellas, la dosis que se requirió

fue de una cucharada de postre rasa entre 2 a 3 g por cada $\frac{1}{2}$ litro de cerveza. Luego se colocaron las chapas a las botellas.

Finalmente se conservan en un lugar fresco a 20 °C durante 1 a 2 semanas, para lograr una gasificación antes de proceder a consumirla.

Variables a medir

Determinación de grados de alcohol

La norma INEN 2322:2002 establece los métodos de ensayo para determinar el contenido de alcohol en la cerveza.

La muestra se prepara con 100 mL de producto, se elimina gas, se adiciona carbonato de calcio y un antiespumante, se obtiene el destilado y se pesa a la balanza, la cual nos ayudará a determinar la presencia de etanol en la muestra.

Determinación de la acidez total

La norma INEN 2 323:2002 establece los métodos de ensayo para determinar la acidez total en la cerveza.

La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables, determinadas por titulación de una muestra de cerveza desgasificada con solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2.

Determinación del Potencial de Hidrógeno (pH)

El método consiste en una determinación potenciométrica del pH en una muestra de cerveza previamente desgasificada, filtrada y atemperada de 20 °C a 25°C. Se utilizará un potenciómetro digital escala 1 al 14, previamente calibrado bajo normas técnicas. Los resultados de cada una de las muestras se evaluarán por duplicado según los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2325.

Características sensoriales

Mediante el uso de una escala hedónica, el panel sensorial evaluó los atributos de olor, olor, sabor y textura de las muestras de cada uno de los tratamientos en estudio.

Las valoraciones utilizadas en la Tabla 3 se describen a continuación:

5 Muy bueno

4 Bueno

3 Regular

2 Malo

1 Muy malo

Análisis de costo del producto

El análisis costo beneficio es una técnica utilizada para evaluar proyectos de inversión que consiste en comparar los costos asociados a la realización de un proyectos versus los beneficios financieros que producirá el proyecto, esta técnica tiene sus dificultades debido a que no todos los proyectos pueden ser cuantificables los beneficios en dinero. Hay proyectos cuyos beneficios son sociales no cuantificable en dinero, especialmente los proyectos del sector público, otra de las desventajas que si bien los costos son reales cuantificados al momento de planificar el proyecto, los beneficios son cuantificables de valores a recibir en el futuro que aunque llevados al valor presente en dinero, son valores supuestos a recibir por los beneficios del proyectos, es decir tienen cierta probabilidad que los beneficios esperados sean menores a los programados. Sin embargo, es una técnica ampliamente utilizada y permite rápidamente tomar la decisión para invertir en un proyecto.

3.2.5 Análisis estadístico

La información que se obtuvo respecto a las variables cuantitativas y cualitativas fue sometida al análisis de varianza (ANOVA) para verificar diferencias significativas. De acuerdo a los diseños experimentales que se utilizaron, los modelos de ANOVA son los que se describen en las tablas 2 y 3. Como hubo diferencias significativas, las medias fueron sometidas al test de Tukey ($p < 0.05$). Estos análisis se realizaron al 5 % de probabilidad de error tipo I, utilizando la versión estudiantil del software Infostat.

Tabla 2. Análisis de varianza para las variables cuantitativas a evaluarse

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	2
Error experimental	12

Narváez, 2021

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables cualitativas a evaluarse

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	89
Tratamientos	2
Repeticiones (jueces)	29
Error experimental	58

Narváez, 2021

4. Resultados

4.1 Características fisicoquímicas del mosto durante la fermentación

Los resultados de las características físicas evaluadas se detallan a continuación:

pH

Tabla 4. Promedios del pH

Tratamientos	pH
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	3,2 d
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	4,3 c
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	5,6 a
Testigo: C(50%)	4,8 b
Coeficiente de variación (%)	5,1

M: Maiz, C: Cebada, A: Arroz.
Narváez, 2021

En la tabla 4 se observan los valores obtenidos en la medición de pH, siendo el T3 con la formulación M (5 %) +C (30 %)+ A (15 %), quien presentó un mayor valor con una media de 5.6 y tuvo diferencias significativas con el Testigo (4.8) y T2 (4.3).

El T1 presentó menor valor de pH (3.2) mientras que el T2 (4.3) fue el que mejor pH presentó y cumplió con los requisitos de la Norma.

Acidez

Tabla 5. Promedio de acidez

Tratamientos	Acidez
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	0,19 d
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	0,22 c
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	0,34 b
Testigo: C(50%)	0,4 a
Coeficiente de variación (%)	2.51

M: Maiz, C: Cebada, A: Arroz.
Narváez, 2021

De acuerdo al análisis estadístico realizado a las mediciones de acidez, se pudo evidenciar diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el testigo quien obtuvo un mayor porcentaje de acidez con una media de 0.4 mientras que el T1

presentó una acidez muy baja (0.19). El T1 y T2 tuvieron los mejores porcentajes de acidez con medias de 0.19 y 0.22 respectivamente.

Grados de alcohol (° GL)

Tabla 6. Promedios de los °GL

Tratamientos	Acidez
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	1,8 c
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	2,4 b
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	4.9 a
Testigo: C(50%)	4.9 a
Coeficiente de variación (%)	2.52

M: Maiz, C: Cebada, A: Arroz.

Narváez, 2021

Los resultados obtenidos de grados de alcohol se muestran en la tabla 6, siendo el tratamiento 3 y testigo quienes presentaron valores altos de alcohol con una media de 4.9. El T2 tuvo una media de 2.4 mientras que T1 presentó menor contenido de alcohol con un promedio de 1.8.

Todos los tratamientos evaluados cumplieron con los requisitos de la normativa la cual indica que el contenido de alcohol debe ser mínimo 1 máximo 10 %, pero se destaca al T3 y testigo con mayor porcentaje de grados de alcohol.

4.2 Mediante un panel sensorial determinar el tratamiento mejor calificado utilizando una escala hedónica.

Tabla 7. Promedio de los atributos del análisis sensorial

Nº	Formulación	Color	Olor	Sabor	Textura
1	T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	2.5 b	3.0 b	2.7 b	3.1 a
2	T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	2.9 b	3.1 ab	3.0 ab	2.9 a
3	T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	4.0 a	3.7 a	3.5 a	3.5 a
4	Testigo: C(50%)	2.9 b	3.2 ab	2.6 b	3.1 a
	Coeficiente de variación (%)	30.8	32.4	33.9	33.7

M: Maiz, C: Cebada, A: Arroz.

Narváez, 2021

El análisis estadístico de la evaluación sensorial evidenció diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 5). Siendo el T3: M (5 %) +C (30 %)+ A (15 %), mejor calificado por el panel sensorial.

El T3 en el atributo color presentó una media de 4.0 mientras que el T1, T2 y Testigo, no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

Los resultados del atributo olor, mostraron que el T3 tuvo mayor aceptabilidad con una media de 3.7 sin embargo no presento diferencias estadísticas con el T2 (3.1) y Testigo (3.2), pero si con el T1 (3.0).

En la evaluación del sabor se puede observar que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el T3 mejor calificado con una media de 3.5 que estadísticamente no difiere con el T2 (3.0) pero si con el T1(2.7) y testigo (2.6)

Para el atributo textura, los tratamientos no mostraron diferencias significativas, pero numéricamente el T3 con una media de 3.5, fue el que tuvo mayor aceptación sensorial.

4.3 Análisis de costo del producto

Los costos fueron determinados por cada kilogramo de materia prima empleados para la elaboración de la cerveza, las diferencias de costos en la materia prima fueron favorables para la cerveza con cebada y arroz.

En la tabla 8 se detalla los costos de producción para elaborar la cerveza artesanal de tipo ale, mientras que en la tabla 9 se detalla los costos de la cerveza con sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz y arroz.

La diferencia entre los costos y rendimientos del producto se detalla en la tabla 10.

Tabla 8. Costo de inversión para elaborar cerveza artesanal tipo Ale

Insumos	Precio por kg	Cantidad requerida para cerveza artesanal (Kg)	Costo (\$)
Cebada	2	3,5	7
Levadura	140	0,007	0,98
Lúpulo	100	0,0105	1,05
Agua	0,075	15	1,13
Total		18,5	10,16

Narváez, 2021

Las cantidades de cada materia prima utilizadas son en base a la producción de 15 a 18 litros de cerveza, el reemplazo de la materia prima tradicional influirá en la cantidad de producto final producida, estos valores influirán en el rendimiento del producto final.

Tabla 9. Costo de inversión para elaborar cerveza artesanal con arroz y malteado de maíz

Insumos	Precio por kg (\$)	Cantidad requerida para cerveza artesanal con arroz y malteado de maíz	Valor (\$)
Cebada	2,00	2,10	4,20
Arroz	2,00	1,05	2,10
Maíz	1,50	0,35	0,53
Levadura	140	0,007	0,98
Lúpulo	100	0,0105	1,05
Agua	0,075	15	1,35
Total			10,21

Narváez, 2021

Tabla 10. Rendimiento y costo del producto

	Precio por Kg	Cantidad de cerveza artesanal obtenida	Valor total (\$)	Cantidad de cerveza artesanal obtenida con arroz y malteado de maíz (Kg)	Valor total (\$)
Costo de cerveza comercial	7,00	17 L	119	20 L	140

Narváez, 2021

Realizando el análisis de costo obtenemos los siguientes resultados:

Diferencia de costos = \$ 0,05

Beneficios = Diferencia de litros producidos = 3 L

La diferencia de los 3 litros producidos es en base al rendimiento del mosto, debido a que antes de iniciar a la fermentación el mosto debe tener una densidad de 1,025 si está más alta se debe seguir lavando los granos con agua tibia para ir agregando esta al mosto hasta llegar a la densidad requerida, por tanto, el volumen obtenido es mayor.

$$\text{Relación beneficio-costo} = 3 / 0,05 = 60$$

Para saber si un proyecto es viable bajo este enfoque se debe considerar la comparación de la relación B/C hallada con 1. Así:

Si $B/C > 1$, esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.

Si $B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias. Existen casos de proyectos que tienen este resultado por un tiempo y luego, dependiendo de determinados factores como la reducción de costos, pueden pasar a tener un resultado superior a 1.

Si $B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios. En consecuencia, el proyecto no debe ser considerado

La relación beneficio/ costo es mayor a 1, por lo tanto, el proyecto es viable y se puede replicar a mayor escala

5. Discusión

En los análisis fisicoquímicos se pudo evidenciar que el pH presenta mucha variabilidad. En el caso del tratamiento 1 elaborado con 15% de maíz, 30% de cebada y 5% de arroz se pudo evidenciar un pH de 3,2 el cual está por debajo de los límites permisibles según la norma NTE INEN 2262, la cual establece un límite de mínimo 3,5 y máximo de 4,8. El tratamiento 2 elaborado con 10% de maíz, 30% de cebada y 10% de arroz obtuvo un pH 4,3 cumpliendo lo establecido en la normativa, al igual que el tratamiento testigo (50% de cebada) que tuvo el máximo permisible 4,8. Por su parte el tratamiento 3 con 5% de maíz, 30% de cebada y 15% de arroz excedió los límites permisibles 5,6. En contraste con otros autores, Mencia y Pérez (2016) desarrollaron una cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz, cebada, carbonatada con azúcar y miel de abeja, en sus mediciones de pH se pudo apreciar valores de pH de 4.25 para la cerveza ale y para lager un valor de pH de 4.36. El rango permitido que describe una cerveza de calidad se encuentra dentro del rango permisible donde menciona que el pH en cervezas debe situarse entre 4.1 a 4.4 (Briggs 2004). Se conoce que la cerveza puede ser contaminada por microorganismo durante su fabricación como levaduras, bacterias y hongos, sin embargo, el valor expresado de pH en cada estilo nos indica que no presenta problemas microbiológicos, a valores de pH entre 4 a 4.5 en contenido alcohólico de la cerveza superior al 5% no se da un desarrollo de microorganismos (Bokulich y Bamforth 2013). Recapitulando, los valores de pH reportados en esta investigación cumplen con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la normativa legal vigente y con criterios de calidad establecidos por otros autores.

En el análisis de la acidez, se pudo evidenciar que los tratamientos 1 y 2 presentan valores dentro de los rangos permisibles por la norma NTE INEN 2262,

0,19% y 0,22% expresada como ácido láctico, el máximo permisible es de 0,3%. Aguirre (2019) obtuvo cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado, la misma que obtuvo una acidez de 0,34%, dicho valor es igual al presentado por el tratamiento 3 de esta investigación, Aguirre atribuye el ligero aumento al excedente de mohos y levaduras que se encuentran en la muestra. El valor reportado en el presente estudio cumple con los requisitos legales y a su vez evidencia la calidad de la cerveza, ya que representa un indicador de contaminación.

En los análisis de grados alcohólicos se evidenció que todos los tratamientos cumplen con el requisito establecido en la norma legal vigente NTE INEN 2262, la cual establece límites mínimos de 1 y máximo de 10%. Los tratamientos 1 y 2 obtuvieron 1,8% y 2,4% respectivamente, mientras el tratamiento 3 y testigo, ambos obtuvieron una media de 4,9%. Aguirre (2019) obtuvo valores más altos de alcohol (6,8%), en el cual influye el porcentaje de materia prima (75% de maíz) empleado en la elaboración de cerveza. El porcentaje de alcohol obtenido es similar al testigo y al presentado por otros autores, evidenciando una buena fermentación de los azúcares presentes en el mosto.

En el análisis sensorial se evidenció una mayor aceptación del tratamiento 3 por parte del panel sensorial, el cual contiene mayor porcentaje de arroz. En la evaluación del color el tratamiento 3 se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos con una media de 4,0 (me gusta), al igual que Mencia y Pérez (2016) quienes obtuvieron una apreciación de “me gusta mucho” por parte del panel sensorial. El color de la cerveza viene determinado por el tipo de malta, las reacciones como maillard, caramelización y pirólisis que ocurren durante el proceso de malteado contribuyen al cambio de color durante el almacenamiento de la cerveza post-ensado (Bamforth 2009). En cervezas oscuras la oxidación esta

enmascarada por este tipo de colores marrones provenientes de las maltas (Bamforth 2009).

En la evaluación del olor se pudo apreciar que entre la mayoría de tratamientos (2, 3 y testigo) no hubo diferencias significativas, interpretando que los porcentajes empleados no tienen influencia en el aroma de la cerveza. Según Palmer (2006) el aroma viene determinado por el tipo de malta y el tipo de lúpulo usado en la formulación. Mencia y Pérez (2016) hacen referencia que trabajaron a temperaturas que fermentación de 8 a 15 °C, que generalmente son bajas enmascarando el aroma y no se pudo obtener diferencias en los dos estilos.

La relación beneficio/costo de la cerveza con sustitución parcial de cebada por maíz y arroz fue mayor a uno, lo cual sugiere que es viable seguir con la investigación a mayor escala. Estos resultados coinciden con un estudio presentado por Rivas (2019), quién elaboró una cerveza artesanal con quinua y amaranto, dicho autor encontró que la relación beneficio / costo es mayor a uno, y es viable continuar investigando la temática y que es factible incrementar la escala de trabajo, el rendimiento de la quinua y amaranto fue mucho mayor que el de la cebada debido a la densidad del mosto.

En el análisis sensorial se evidenció una mayor aceptación del tratamiento 3 por parte del panel sensorial, el cual contiene mayor porcentaje de arroz.

6. Conclusiones

Los resultados del análisis del pH presentan mucha variabilidad, el tratamiento 1 elaborado con 15 % de maíz, 30 % de cebada y 5 % de arroz evidenció un pH de 3,2 el cual está por debajo de los límites permisibles según la norma NTE INEN 2262, la cual establece un límite de mínimo 3,5 y máximo de 4,8. El tratamiento 2 elaborado con 10 % de maíz, 30 % de cebada y 10 % de arroz obtuvo un pH 4,3 al igual que el tratamiento testigo (50 % de cebada). Por su parte el tratamiento 3 con 5% de maíz, 30 % de cebada y 15 % de arroz excedió los límites permisibles 5,6; el valor expresado de pH en cada estilo nos indica que no presenta problemas microbiológicos, a valores de pH entre 4 a 4.5 en contenido alcohólico de la cerveza superior al 5 % no se da un desarrollo de microorganismos

En el análisis de la acidez, se pudo evidenciar que los tratamientos 1 y 2 presentan valores dentro de los rangos permisibles por la norma NTE INEN 2262, 0,19 % y 0,22 % expresada como ácido láctico, el máximo permisible es de 0,3 %.

En los análisis de grados alcohólicos se evidenció que todos los tratamientos cumplen con el requisito establecido en la norma legal vigente NTE INEN 2262, la cual establece límites mínimos de 1 y máximo de 10 %. Los tratamientos 1 y 2 obtuvieron 1,8 % y 2,4 % respectivamente, mientras el tratamiento 3 y testigo, ambos obtuvieron una media de 4,9 %.

En el análisis sensorial se evidenció una mayor aceptación del tratamiento 3 por parte del panel sensorial, el cual contiene mayor porcentaje de arroz.

La relación beneficio/costo de la cerveza con sustitución parcial de cebada por maíz y arroz fue mayor a uno, lo cual sugiere que es viable seguir con la investigación a mayor escala.

7. Recomendaciones

Realizar un análisis microbiológico para determinar si el producto está libre de patógenos, ya que estos afectan directamente la vida útil del producto.

Analizar nutricionalmente la muestra de debido al aporte que presentan las materias primas evaluadas

Investigar si existe la presencia del alcohol metílico en la muestra, debido a que este nos puede dar referencia la calidad de fermentación que tuvo el mosto.

Controlar constantemente la temperatura en las etapas del proceso con el fin de obtener un producto de excelentes características sensoriales.

8. Bibliografía

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Recuperado de http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/?page_id=132
- Aguirre, S. (2019). *Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (Zea Mays L.)* Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Alvarado, E., Bruno, O., Burbano, J., de la Fuente, A. y Reinoso, G. (2015). Elaboración de cerveza Lager con melaza de remolacha como adjunto y uso de cáscaras calcinadas de arroz como sustituto parcial de tierras diatomeas en filtración. *Cerveza y malta*, (207), 21-27.
- Apaza, M. y Atencio, J. (2017). *Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal Tipo Ale, con sustitución parcial de malta (Hordeum Vulgare) por guiñapo de maíz morado (Zea Mays)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú
- Arias, Y. y Lozano, E. (2017). Análisis gastronómico de la harina de cebada en el canton Riobamba (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40165/1/Cebada%20tesis.pdf>
- Bokulich, A. y Bamforth, W. (2013). The Microbiology of Malting and Brewing. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 77, 157-172. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1128/MMBR.00060-12>
- Castañeda, A. (2015). *Elaboración de cerveza tipo ale en base a un sustrato de quinua (Chenopodium quinoa willd) y cebada (Hordeum vulgare)*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Equinoccial.

- Carvajal, E. (2017). Análisis del comportamiento del consumidor de cervezas artesanales en el NSE A y B en el norte de Guayaquil (Tesis de maestría). Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Carvajal, L. y Insuasti, M. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihod esculenta crantz*)* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/558/1/03%20AGI%20256%20TESIS.pdf>
- Cedeño, G. y Mendoza, J. (2016). *Evaluación Sensorial y Fisicoquímica de Cerveza Artesanal tipo Ale con Almidon de papa como adjunto y especias.* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/552>
- ChartsBin (2011). Bebidas alcohólicas más consumidas por país. Consultado el 4 de junio de 2020, <<http://chartsbin.com/view/1017>>.
- De León, R. (2016). *Análisis de las propiedades fisicoquímicas que aporta el maíz negro (*Zea mays L.*) en la elaboración de cerveza a tres diferentes temperaturas de fermentación.* Tesis doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Echeverría, E. y Gutiérrez, R. (2010). Determinación de las características del mosto elaborado con malta caramelo para elaborar una cerveza artesanal. In *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, México.*
- El Telégrafo (2018). ¡Salud y feliz Día de la Cerveza! Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/cervezadiinternacion-al-consumo-ecuador>

- Garduño, A.; López, I.; Martínez, S. y Ruiz, A. (2014). Simulación del proceso de fermentación de cerveza artesanal. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 15 (2), 221-232.
- Gabbard, C. (2017). Una cerveza sin malteado. *Revista alimentaria*, 92-93
- González, M. (2017). Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales, Carolina del Norte: Lulu Enterprises. 1-36.
- Hidalgo, M. (2015). *Desarrollo de cerveza a base de maíz morado* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito.
- HomeBrewer (2016). El arroz en la cerveza. Disponible en: <https://homebrewer.es/contenido/el-arroz-en-la-cerveza/>
- Ibáñez, P. (2013). Guía de la Cerveza en Chile 2013. Santiago de Chile, Escuela de los Sentidos. 232p
- Isozaki, Y. (2012). Kirin Beer University Report Global Beer Consumption by Country in 2012. Disponible en: https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2014/0108_01.html
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2007). Indiadores Sociales. Encuesta de condiciones de vida ECV. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/ECV/Publicaciones/ECV_Folleto_de_ind_sociales.pdf
- Jaramillo, P. (2016). Cervezas artesanales, un mercado que emerge bien. *Revista Gestión*, 50-55.
- Lombeida, M. y Herrera, A. (2018). Evaluación de las cervezas artesanales de producción nacional y su maridaje con la cocina ecuatoriana. *INNOVA Research Journal*, 3(8.1), 332-346.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2013). NTE INEN 2262: 2013 Bebidas Alcohólicas: Cerveza.

Norma Técnica Ecuatoriana. (2002). NTE INEN 2322: 2002 Bebidas alcohólicas.

Cerveza. Determinación de alcohol.

Norma Técnica Ecuatoriana. (2002). NTE INEN 2323: 2002 Bebidas alcohólicas.

Cerveza. Determinación de acidez total.

Martínez, J. (2013). *Plan de negocio para la apertura de una planta embotelladora de cerveza artesanal en la ciudad de Quito*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Macedo, P. (2019). *Obtención de cepas de Saccharomyces cerevisiae mejoradas para su uso en cerveza tipo Ale*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Queretano. México

Mencia, A. y Pérez, D. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azúcar y miel de abeja*. Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.

Martínez, E. y Jiménez, V. (2013). *Procesos Tecnológicos de Cereales*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Nacional de México. México

Moreno, I. (2017). Beneficios de los polifenoles contenidos en la cerveza sobre la microbiota intestinal. *Nutrición Hospitalaria*, 43.

Ospina, V. y Pinto, A. (2016). *Estudio de factibilidad para "crear una empresa productora y distribuidora de cerveza artesanal a base de arroz en Bogotá"*. Tesis de pregrado. Fundación Universidad de América.

Plan Nacional de Desarrollo. (2017). *Ecuador Plan Nacional toda una vida*, (1).

Recuperado

de

<https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>

- Pardo, J. (2018). *Efecto del riego deficitario controlado optimizado por etapas, para volúmenes limitados de agua, en el rendimiento y la calidad de la cebada cervecera*. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Pincioli, M. (2011). *Proteínas de arroz: propiedades estructurales y funcionales* (Doctoral dissertation). Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Pestana, R. (2009). Influencia del procesado industrial sobre las características químico-físicas y contenido en lípidos y antioxidantes del salvado de arroz. *Grasas y aceite*, 60 (2)
- Reyes, A. (2013). *Estudio de la producción de cerveza de sorgo y cebada, a escala de laboratorio, para la implementación de una Planta Piloto*. Tesis doctoral. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas
- Rivas, L. (2019). Sustitución parcial de la cebada por quinua y amaranto en la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador.
- Romero, H. (2019). *Optimización del proceso de elaboración de malta de arroz (oryza sativa)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Trujillo.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Obtenido de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>
- Sierra de Álica (2016). ¿Por qué cuesta lo que cuesta una cerveza artesanal? *Milenio*. Disponible en: <http://www.sierradealica.com/blog/costo-cerveza><http://www.sierradealica.com/blog/costo-cerveza-artesanal/artesanal/>

- Segura, F., Núñez, M. y Cabrera, M. (2014). Optimización de una cerveza tipo lager saborizada con zumo de granada (*Punica granatum* L.). *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 1(1), 107-107.
- Suarez, M. (2013). *Cerveza: componentes y propiedades* (Tesis de maestría). Universidad de Oviedo.
- Tapia, S. (2017). *Estudio de la reutilización de levadura ALE (SAFALE S-04) en la fermentación de cerveza artesanal producida en Cherusker Cervecería Alemana*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Equinoccial.
- Tirado, W. y Zalazar, M. (2018). *Banano (cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal*. Tesis de pregrado. Escuela Superior Agropecuaria de Manabí. Manabí. Ecuador.
- Villegas, M. (2013). *Reingeniería de la planta de cerveza artesanal cherusker* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2185/1/T-UCE001751.pdf>

9. Anexos



Figura 2. Recepción de las materias primas
Narváez, 2021



Figura 3. Lúpulo para la elaboración de cerveza
Narváez, 2021



Figura 4. Molienda de los granos
Narváez, 2021



Figura 5. Cocción del arroz
Narváez, 2021



Figura 6. Adición del lúpulo
Narváez, 2021



Figura 7. Cocción del lúpulo
Narváez, 2021



Figura 8. Filtrado de la cerveza
Narváez, 2021





Figura 9. Proceso de fermentación
Narvaez, 2021



Figura 10. Madurado de la cerveza
Narváez, 2021



Figura 11. Embotellado de la cerveza
Narváez, 2021



Figura 12. Producto terminado
Narváez, 2021



Figura 13. Medición del pH
Narváez, 2021

Tabla 11. Diferencias entre la cerveza industrial y artesanal

CERVEZA INDUSTRIAL	CERVEZA ARTESANAL
Bajos Costos de Fabricación	Altos costos de Fabricación
Lleva Adjuntos (Cereales y Arroz)	Nunca lleva adjuntos
Químicos	100% Natural
Proceso Industrial en todo momento	Proceso artesanal
Estilos de Cerveza Limitados: Pilsen y Lager	Diversos Estilos y Sabores (Pale Ale, Porter, Stout, Barley Wine, etc.)

Jaramillo, 2016

Tabla 12. Valor nutricional del arroz

Nutriente	Valor
Calorías	358.0 kcal
Agua	13.29 g
Hidratos de carbono	79.15 g
Proteínas	6.5 g
Grasa total	0.52 g
Ceniza	0.54 g

Suarez, 2013

Tabla 13. Escala para valoración sensorial

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

Categoría	Valoración Numérica
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
Me gusta poco	3
No me gusta	2
Me disgusta	1

TRATAMIENTO 1

VALORACIÓN	ATRIBUTOS			
	OLOR	SABOR	COLOR	TEXTURA
5				
4				
3				
2				
1				

TRATAMIENTO 2

VALORACIÓN	ATRIBUTOS			
	OLOR	SABOR	COLOR	TEXTURA
5				
4				
3				
2				
1				

TRATAMIENTO 3

VALORACIÓN	ATRIBUTOS			
	OLOR	SABOR	COLOR	TEXTURA
5				
4				
3				
2				
1				

Narváez, 2021

9.1 Análisis de varianza para las características físico químicas

Ph

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	20	0,96	0,94	5,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,15	7	2,16	41,41	<0,0001
Tratamientos	15,05	3	5,02	96,00	<0,0001
Repeticiones	0,10	4	0,02	0,46	0,7610
Error	0,63	12	0,05		
Total	15,77	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42921

Error: 0,0522 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3: M(5%) +C(30%) + A(15%)	5,62	5	0,10	A
Testigo: C(50%)	4,78	5	0,10	B
T2: M(10%) +C(30%) + A(10%) ..	4,30	5	0,10	C
T1: M(15%) +C(30%) + A(15%) ..	3,22	5	0,10	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
acidez	20	1,00	0,99	2,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,14	7	0,02	390,61	<0,0001
Tratamientos	0,14	3	0,05	910,60	<0,0001
Repeticiones	1,3E-04	4	3,2E-05	0,62	0,6575
Error	6,3E-04	12	5,2E-05		
Total	0,14	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01361

Error: 0,0001 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Testigo: C(50%)	0,40	5	3,2E-03	A
T3: M(5%) +C(30%) + A(15%)	0,34	5	3,2E-03	B
T2: M(10%) +C(30%) + A(10%) ..	0,22	5	3,2E-03	C
T1: M(15%) +C(30%) + A(15%) ..	0,19	5	3,2E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

° GL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
° GL	20	1,00	1,00	2,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	41,91	7	5,99	772,44	<0,0001
Tratamientos	41,80	3	13,93	1797,94	<0,0001
Repeticiones	0,10	4	0,03	3,32	0,0474
Error	0,09	12	0,01		
Total	42,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16530

Error: 0,0078 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Testigo: C(50%)	4,94	5	0,04	A
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	4,90	5	0,04	A
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)..	2,36	5	0,04	B
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)..	1,76	5	0,04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 14. Datos de las características fisicoquímicas

Tratamientos	Repeticiones	Ph	acidez	° GL
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	1	3	0,19	1,8
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	2	3,2	0,18	1,6
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	3	3,1	0,19	1,7
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	4	3,4	0,2	1,8
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)	5	3,4	0,21	1,9
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	1	4,5	0,23	2,5
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	2	4,1	0,22	2,2
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	3	4,5	0,22	2,3
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	4	4,3	0,22	2,5
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)	5	4,1	0,22	2,3
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	1	5,5	0,34	5
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	2	5,7	0,34	4,9
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	3	5,4	0,33	4,8
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	4	5,7	0,34	5
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	5	5,8	0,34	4,8
Testigo: C(50%)	1	4,4	0,4	5
Testigo: C(50%)	2	5,1	0,4	4,9
Testigo: C(50%)	3	5	0,41	5
Testigo: C(50%)	4	4,8	0,4	5
Testigo: C(50%)	5	4,6	0,4	4,8

Narváez, 2021

9.2 Análisis de varianza para las variables sensoriales

color

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
color	120	0,52	0,34	30,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	85,20	32	2,66	2,94	<0,0001
tratamientos	35,96	3	11,99	13,23	<0,0001
Jueces	49,24	29	1,70	1,87	0,0135
Error	78,79	87	0,91		
Total	163,99	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64363

Error: 0,9057 gl: 87

tratamientos	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	4,00	30	0,17	A
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)..	2,93	30	0,17	B
Testigo: C(50%)	2,90	30	0,17	B
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)..	2,53	30	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

olor

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
olor	120	0,22	0,00 32,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,00	32	0,88	0,78	0,7822
tratamientos	9,53	3	3,18	2,84	0,0427
Jueces	18,47	29	0,64	0,57	0,9566
Error	97,47	87	1,12		
Total	125,47	119			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71585

Error: 1,1203 gl: 87

tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	3,73	30	0,19 A
Testigo: C(50%)	3,23	30	0,19 A B
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)..	3,10	30	0,19 A B
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)..	3,00	30	0,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

sabor

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
sabor	120	0,45	0,25 33,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	71,83	32	2,24	2,25	0,0016
tratamientos	13,49	3	4,50	4,51	0,0055
Jueces	58,34	29	2,01	2,02	0,0067
Error	86,76	87	1,00		
Total	158,59	119			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,67538

Error: 0,9972 gl: 87

tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	3,47	30	0,18 A
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)..	3,00	30	0,18 A B
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)..	2,67	30	0,18 B
Testigo: C(50%)	2,63	30	0,18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

textura

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
textura	120	0,43	0,22 33,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	72,50	32	2,27	2,04	0,0048
tratamientos	5,62	3	1,88	1,69	0,1754
Jueces	66,87	29	2,31	2,08	0,0050
Error	96,63	87	1,11		
Total	169,13	119			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71275

Error: 1,1106 gl: 87

tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3: M(5%) +C(30%)+ A(15%)	3,47	30	0,19	A
Testigo: C(50%)	3,10	30	0,19	A
T1: M(15%) +C(30%)+ A(15%)..	3,07	30	0,19	A
T2: M(10%) +C(30%)+ A(10%)..	2,87	30	0,19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)