



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Empleo de la gramínea *Oryza Sativa L*, como alternativa de sustitución
parcial de la cebada *Hordeum Vulgare* en la elaboración de cerveza.

AUTORA:

Lexy Scarleth Zapata Zambrano

TUTOR:

Arq. Pedro Rodríguez Gómez MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más antiguas y variadas, se elabora con diferentes cereales, aportando cada una de ellas unas características propias del cereal. La comparación de alcoholes elaborados con cerveza de arroz, centeno o maíz muestran diferencias en sus características fisicoquímicas, organolépticas y en aspectos económicos de rentabilidad. La producción de la cerveza de arroz incluye una cocción de 70-75 °C, entre 1 y 2 h, con el objetivo de que el almidón se gelatinice, una molienda muy fina, una fermentación a 18-20 °C a temperatura ambiente durante 7-10 días el pH es similar (4,9 el arroz, 4,8 el maíz), ambos son bajos, pero con grados alcohólicos muy elevados. La apariencia del arroz es de aroma dulce, de color amarillento el cual se asemeja al centeno, que tiene un pH de 4,3, una acidez de 0,4 y un grado de alcohol de 4,0 %; la apariencia de centeno es de gusto ácido y un olor muy característico. Económicamente dicha producción de cerveza de arroz resulta la más barata: 96 botellas a 2 dólares (ingreso = 192; coste = 57,60), aunque la cerveza de cebada obtiene un ingreso mayor, tiene un coste de producción superior (\$210).

Palabras claves: Cereales, cerveza, rentabilidad.

SUMMARY

Beer is one of the oldest and most varied alcoholic beverages; it is brewed with different cereals, each one of them providing its own characteristics of the cereal. The comparison of alcohols brewed with rice, rye or corn beer shows differences in their physicochemical and organoleptic characteristics, as well as in economic aspects of profitability. The production of rice beer includes cooking at 70-75 °C, between 1 and 2 h, so that the starch will gelatinize, a very fine milling, fermentation at 18-20 °C at room temperature for 7-10 days, the pH is similar (4.9 for rice, 4.8 for corn), both are low, but with very high alcoholic degrees. The appearance of rice is of sweet aroma, yellowish color which resembles rye, which has a pH of 4.3, an acidity of 0.4 and an alcohol content of 4.0 %; the appearance of rye is of acid taste and a very characteristic odor. Economically such production of rice beer is the cheapest: 96 bottles at \$2.00 (income = 192; cost = 57.60), although barley beer earns a higher income, it has a higher production cost (\$210).

Key words: Cereals, beer, profitability.

INDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | II |
| SUMMARY | III |
| INDICE | IV |
| INDICE TABLAS | VII |
| 1. CONTEXTUALIZACION | 1 |
| 1.1. Problema de la Investigación | 2 |
| 1.2. Justificación de la Investigación | 3 |
| 1.3. Objetivo de la Investigación | 4 |
| 1.3.1. <i>Objetivo General</i> | 4 |
| 1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> | 4 |
| 1.4. Línea de Investigación | 4 |
| 2. DESARROLLO | 5 |
| 2.1. Marco Conceptual..... | 5 |
| 2.1.1. <i>Historia de la Cerveza</i> | 5 |
| 2.1.2. <i>La Cerveza</i> | 5 |
| 2.1.3. <i>Cerveza Artesanal</i> | 5 |
| 2.1.4. <i>Estilos de Cervezas</i> | 5 |
| 2.1.5. <i>Tipos de Cervezas a Base de Arroz</i> | 6 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.1.6. | <i>Sustitución Parcial</i> | 6 |
| 2.1.7. | <i>Arroz</i> | 6 |
| 2.1.8. | <i>Producción Nacional de Arroz</i> | 7 |
| 2.1.9. | <i>La Cebada</i> | 7 |
| 2.1.10. | <i>Producción Nacional De Cebada</i> | 7 |
| 2.1.11. | <i>Fermentación Alcohólica</i> | 8 |
| 2.1.12. | <i>Levaduras</i> | 8 |
| 2.1.13. | <i>Tipos De Levaduras Para Cervezas</i> | 8 |
| 2.1.13.1. | <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> | 8 |
| 2.1.13.2. | <i>Saccharomyces Pastorianus</i> | 9 |
| 2.1.14. | <i>Comportamiento de Levadura en la Fase de la Fermentación</i> | 9 |
| 2.1.15. | <i>Proceso de Elaboración de Cerveza Oryza Sativa I.</i> | 9 |
| 2.1.15.1. | <i>Germinación del Arroz</i> | 9 |
| 2.1.15.2. | <i>Secado del Arroz Germinado</i> | 10 |
| 2.1.15.3. | <i>Molienda</i> | 10 |
| 2.1.15.4. | <i>Maceración</i> | 10 |
| 2.1.15.5. | <i>Filtración</i> | 10 |
| 2.1.15.6. | <i>Fermentación</i> | 11 |
| 2.1.15.7. | <i>Carbonatación</i> | 11 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.1.15.8. | <i>Embotellamiento</i> | 11 |
| 2.1.16. | <i>Características Organolépticas</i> | 11 |
| 2.1.17. | <i>Potencial de Hidrogeno (pH)</i> | 12 |
| 2.1.18. | <i>Acidez</i> | 12 |
| 2.1.19. | <i>Grados Alcohólicos</i> | 12 |
| 2.2. | <i>Marco Metodológico</i> | 13 |
| 2.3. | <i>Resultados</i> | 13 |
| 2.4. | <i>Discusión de Resultados</i> | 16 |
| 3. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 18 |
| 3.1. | Conclusiones | 18 |
| 3.2. | Recomendaciones | 19 |
| 4. | REFERENCIAS Y ANEXOS | 20 |
| 4.1. | Referencias bibliográficas | 20 |
| 4.2. | Anexos | 26 |

INDICE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Proceso de elaboración de cerveza de a partir de la gramínea <i>Oryza sativa</i> L. | 13 |
| Tabla 2: Características Físico-químicas..... | 15 |
| Tabla 3: Características Organolépticas..... | 15 |
| Tabla 4: Producción de cerveza de arroz y cebada costo de producción y rendimiento. | 16 |

1. CONTEXTUALIZACION

Ecuador tiene una alta producción de arroz, siendo uno de los principales cultivos del país. Sin embargo, el aprovechamiento de esta materia prima en productos terminados aún no se ha explotado al 100%. Uno de los productos generados con arroz es la cerveza de arroz, una bebida alcohólica que ha ganado popularidad en los últimos años. Además, se elaboran diversos productos alimenticios como harina de arroz, arroz inflado, galletas y snacks a base de arroz. No obstante, existe un gran potencial para desarrollar más productos innovadores que aprovechen al máximo este importante recurso agrícola del Ecuador (Garcés, 2021).

Por eso, el arroz se convierte en una opción perfecta en sustitución de la cebada cuando se produce cerveza, este cereal, reconocido por su ligereza y el sabor neutro que tiene, aporta valores añadidos muy significativos a la bebida final lo que hace que la cerveza sea más ligera y más clara además que aporta una textura muy sedosa (Menéndez & Vera, 2023).

En los últimos años en Ecuador ha surgido un nuevo fenómeno, el creciente aumento de marcas dedicadas a la producción de cerveza artesanal. Con recetas innovadoras, técnicas de fermentación de alta calidad y una clientela cada vez más interesada en este tipo de proyectos, la cerveza artesanal está ganando terreno en el mercado. Incluso se ha visto la elaboración de cerveza utilizando granos como maíz y arroz, así como la incorporación de frutas en su proceso (Garcés, 2021).

La producción mundial de cebada es mucho menor que la producción de arroz. A pesar de su importancia para la industria cervecera y como cultivo alimentario, la cebada ve comprometido su posible avance por desafíos de condiciones climáticas y de demanda. Frente al arroz, considerado como un alimento básico en algunas culturas, es cultivado ampliamente en regiones tropicales y subtropicales, de ahí su alta disponibilidad a escala global (Velasco *et al.*, 2020).

Por otro lado, la cerveza es una bebida alcohólica con un contenido moderado de alcohol, elaborada mediante un proceso de fermentación controlado con levadura de cerveza cultivada en un mosto preparado con agua que cumple con las características fisicoquímicas y bacteriológicas adecuadas. Se obtiene a partir de la fermentación de soluciones dulces obtenidas de cereales y otros granos (Narváez, 2021). El objetivo de esta investigación es proponer el uso de la gramínea *Oryza Sativa L.* como alternativa a la sustitución parcial de la cebada (*Hordeum vulgare*), en la elaboración de cerveza.

1.1. Problema de la Investigación

La industria cervecera tradicionalmente ha utilizado la cebada como ingrediente principal para producir cerveza. Sin embargo, la escasez y los costos crecientes de la cebada generan preocupaciones sobre la sostenibilidad y estabilidad del suministro. La mayoría de la producción de arroz se consume localmente (96 %), con solo un pequeño porcentaje destinado a la exportación (4 %). Esta discrepancia entre la disponibilidad de arroz y su uso en la industria cervecera resulta en un 40 % de arroz que no se utiliza, por lo que pasan en bodegas año tras año (Álvarez, 2020).

El arroz es uno de los alimentos más versátiles y cultivados en todo el mundo, no se aprovecha plenamente en la elaboración de cerveza debido a diversas razones. La preferencia arraigada por la cebada es uno de los principales obstáculos que impide su utilización al máximo. La cebada ha sido tradicionalmente la elección preferida para producir cerveza, y esto ha llevado a que el arroz sea subvalorado en términos de su potencial en la industria cervecera, además de la poca diversificación de productos terminados derivados de arroz. Por eso que se propone la utilización de la gramínea *Oryza Sativa L.* como alternativa a la sustitución parcial de la cebada en la elaboración de cerveza.

1.2. Justificación de la Investigación

La justificación de esta investigación se basa en la importancia de abordar el tema de la gramínea *Oryza Sativa L.* como una alternativa de la sustitución parcial de la cebada en la elaboración de cerveza. Según Ministerio de agricultura y ganadería (2021) menciona que la abundante disponibilidad de arroz a nivel nacional es de 5,28 toneladas métricas por hectárea, en base a esta estadística lo convierte en una opción viable por la disponibilidad de materia prima, además al incorporar parcialmente esta gramínea aportara características únicas a la bebida final. Su utilización agrega una mayor ligereza y claridad al cuerpo de la cerveza, al tiempo que contribuye a suavizar el sabor y aporta una textura más sedosa y una fermentación completa por su contenido de almidón.

De acuerdo con Menéndez *et al.*, (2023) las cervezas tienen un alto porcentaje de almidón mayor al 60%, además también debe contener enzimas como las glucanasas. Araya *et al.*, (2022) indica que el arroz posee un contenido humedad (9,8 %), proteína (8,8 %), carbohidratos (64,7 %) y fibra (8,8 %) lo que le atribuye algunas características útiles para la industria cervecera.

En Estados Unidos se originó la cerveza Budweiser es una de las más icónicas y conocida mundialmente. La cerveza Lager Americana sigue la tradición de la receta original de 1876. Junto a la cebada y al lúpulo, la clave de su composición es el arroz; a través de un proceso de elaboración de 30 días consiguen canalizar su gusto final y obtener así una cerveza con personalidad y de sabor equilibrado (Morales, 2021).

1.3. Objetivo de la Investigación

1.3.1. *Objetivo General*

Proponer la gramínea *Oryza Sativa L.* como alternativa de sustitución parcial de la cebada *Hordeum Vulgare*, en la elaboración de cerveza.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar el proceso de elaboración de cerveza a partir de la gramínea *Oryza Sativa L.*
- Comparar las características físico-químicas y organolépticas de diferentes cervezas artesanales a partir de la sustitución parcial con otros cereales no convencionales como el maíz, arroz y centeno.
- Establecer el impacto de la sustitución parcial de la gramínea *Oryza Sativa L.* en el proceso de elaboración de la cerveza.

1.4. Línea de Investigación

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Líneas: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Carrera: Agroindustria.

Sublínea: Procesos Agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Historia de la Cerveza*

La cerveza es una de las bebidas más antiguas, que se originó en Mesopotamia, Oriente Medio, en aproximadamente el año 4000 a. C. Su historia se remonta a más de siete mil años. Prueba de su existencia más temprana es una tablilla que muestra a un grupo de gente que bebe de un recipiente común. Después, la cerveza fue producida por los babilonios que copiaron la agricultura y la elaboración de la cerveza de los mesopotámicos. (Manzano, 2021).

2.1.2. *La Cerveza*

La cerveza es una bebida alcohólica elaborada mediante un proceso de fermentación, no es necesario destilar el azúcar en medio acuoso. Los agentes de fermentación se obtienen normalmente a partir de granos malteados, para ser más específicos a partir de cebada malteada y lúpulo. En algunos países también se puede emplear el maíz, arroz o mijo (Reyes *et al.*, 2023).

2.1.3. *Cerveza Artesanal*

La cerveza artesanal, por otro lado, se hace de cereales fermentados con sabores y peculiaridades únicas basándose en una receta exclusiva. A diferencia de la verdadera cerveza, se vende en cantidades reducidas y se centra en la conexión de todos los matices para obtener sabores y texturas extraordinarias. Finalmente, la cerveza se fabrica con técnicas que garantizan calidad, capacidad de recuperación y una amplia variedad de características para evitar pérdida de calidad que permitan precios bajos. Además, el sistema de producción está en gran parte mecanizado (Acosta & Acurio, 2018).

2.1.4. *Estilos de Cervezas*

- Pilsen.
- Pale Lager.

- Marzen.
- Bock.
- American Lager.
- Ale o de fermentación alta.
- Pale Ale (Brucas, 2022).

2.1.5. Tipos de Cervezas a Base de Arroz

- Budweiser.
- Bud Light.
- Rolling Rock Red.
- Tsingtao.
- Straus Rice Gold.
- Luz de abril.
- Echigo Koshihikari (Martínez, 2023).

2.1.6. Sustitución Parcial

La sustitución parcial en su elaboración se refiere al reemplazo de uno o más ingredientes convencionales por otros ingredientes alternativos, generalmente con el objetivo de mejorar ciertas propiedades o características del producto final. Esta práctica permite aprovechar ingredientes no convencionales, subproductos o residuos, y así darles valor agregado. Además, posibilita la obtención de productos con características nutricionales, organolépticas o funcionales mejoradas, adaptados a necesidades dietéticas específicas o con mayor vida útil (Cando & Gallardo, 2020).

2.1.7. Arroz

El arroz constituye una planta de la familia de las gramíneas, anclada en la especie *Oryza sativa* L., cuyo cultivo está básicamente destinado a conseguir su grano, que es consumible, de

ahí que se convierte en un recurso esencial para un importante contingente de la población mundial. Se trata de un tipo de cereal que crece en lugares donde se registra una temperatura caliente y un alto porcentaje de humedad, de tal modo que su cultivo aparece particularizado en todo el continente asiático y, de paso y, en mayor medida, en otros sectores geográficos del mundo (Díaz *et al.*, 2022).

2.1.8. Producción Nacional de Arroz

En el Ecuador, en el año 2019, se reportaron 261 770 hectáreas de cultivo de arroz, siendo el 67,38 % de estas en la Provincia de Guayas, el 25,68 % en Los Ríos y el 2,08 % en Loja (Cobos *et al.*, 2021). El arroz (*Oryza Sativa*) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial, constituyendo la base alimenticia de gran parte de la población global, está conformada por un tallo erguido y cilíndrico, conocido como caña, que puede alcanzar entre 0,6 y 1,8 metros de altura. Estas cañas están compuestas por nudos y entrenudos huecos (Avilés, 2019).

2.1.9. La Cebada

La cebada (*Hordeum Vulgare*) es un cereal de la familia de las gramíneas, común y ampliamente cultivado en diversos lugares del mundo por su interés alimenticio o alimenticio-industrial. Se trata de una planta herbácea anual cuyos granos se encuentran dispuestos en espigas compactas. Los granos de cebada son pequeños respecto de los cereales de invierno y alargados. Puede llegar a presentar distintos colores: desde el blanco hasta el dorado, según la variedad (Lema *et al.*, 2016).

2.1.10. Producción Nacional De Cebada

En Ecuador, la cebada se cultiva, en general, en la región de la Sierra, alcanzando aproximadamente el 80% de la producción total, y de manera especial en las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Pichincha, entre otras constancias. El restante 20 % restante se reparte entre las regiones costeras y amazónicas del Ecuador, aunque no se trata de

un destino significativo en el volumen de la producción agraria ecuatoriana en términos de la superficie destinada a su interés radica en ser un cultivo básico en la sierra, donde las condiciones climáticas y geográficas son idóneas para su cultivo (Lema *et al.*, 2016).

2.1.11. Fermentación Alcohólica

Es un proceso metabólico realizado por bacterias y levaduras, en el que los azúcares del sustrato se transforman con el fin de obtener etanol y dióxido de carbono como productos. Se trata de una vía metabólica anaerobia, puesto que se realiza en ausencia de oxígeno. De la fermentación alcohólica se obtiene etanol, que se utiliza en la elaboración de vinos, cervezas y licores, así como la fermentación que determina la elaboración de pan y de otros alimentos fermentados (Stanzer *et al.*, 2023).

2.1.12. Levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares microscópicos, con tamaños que van desde los 3 hasta los 40 micrómetros, por lo que solo es posible visualizarlas cuando se agrupan formando agregados. Su tiempo de reproducción oscila entre 2 y 3 horas en condiciones óptimas de crecimiento, y varía según la especie. Se conocen aproximadamente unas 500 especies diferentes de levaduras, identificadas por primera vez por Louis Pasteur en 1857, ya que eran capaces de llevar a cabo un tipo especial de fermentación (Mejía & Saavedra, 2020).

2.1.13. Tipos De Levaduras Para Cervezas

2.1.13.1. *Saccharomyces Cerevisiae*

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido usada por la industria cervecera por mucho tiempo. Se trata de una antigua cepa empleada para producir cervezas ale. Generalmente, el rango de temperatura al que fermenta esta levadura suele ser entre 15 °C y 25 °C. Ya que su fermentación es a altas temperaturas, su producto final definitivamente tendrá algo

más de un perfil de sabor y aroma que trae regulares sobre aromas frutales y especiados a la cerveza (Loviso & Libkind, 2018).

2.1.13.2. *Saccharomyces Pastorianus*

Es el encargado de la elaboración de la cerveza lager, dentro del grupo de fermentaciones bajas, es una variedad híbrida producida gracias a la fusión entre la levadura cervecera ale de fermentación alta *Saccharomyces cerevisiae* y la levadura *Saccharomyces eubayanus*, con capacidad de resistir bajas temperaturas. Esta unión de manera natural se realizó en la primera década de los años veinte del siglo XVII dando como resultado la variedad con capacidad indispensable para producir ese tipo de cerveza y con facultad para fermentar a bajas temperaturas (Hutzler *et al.*, 2023).

2.1.14. *Comportamiento de Levadura en la Fase de la Fermentación*

Una vez agregado al mosto, la levadura pasa a una fase de latencia o de adaptación, donde se somete a condiciones que lo ajustan al ambiente. Posteriormente, absorberá el oxígeno disponible para habilitar su crecimiento y reproducción. La levadura fermenta cuando convierte la mayoría de los azúcares en dióxido de carbono, alcohol y otros “subproductos”; aquí comienza la fase anaeróbica (Loviso *et al.*, 2019).

2.1.15. *Proceso de Elaboración de Cerveza Oryza Sativa L.*

Para el proceso de elaboración de la cerveza a partir de la gramínea *Oryza Sativa L.* se tomó como referencia la metodología de Galzagorritz (2013).

2.1.15.1. *Germinación del Arroz*

En la germinación del grano, las reservas de la semilla se degradan en compuestos más simples por enzimas segregadas por el embrión hacia el embrión. Cuando la semilla tiene la humedad óptima y la temperatura adecuada, el embrión pasa de su estado latente a su crecimiento activo, momento en el cual el almidón adquiere forma gelatinosa e hidrofílica y es

atacado enzimáticamente, enzimas que se difunden desde el embrión hacia el endospermo, donde hidrolizan al almidón, a las proteínas, a los lípidos, organofosfatos, etc.

2.1.15.2. Secado del Arroz Germinado

El proceso de secado es una operación que tiene como finalidad la eliminación de la humedad del grano después de su germinación y para poder conservarlo a la temperatura aproximada de 70 °C durante un total de 24 horas. De este modo, se consigue no inactivar las enzimas, todas ellas necesarias para el proceso de molienda, ya que serán las responsables de degradar el almidón durante la maceración.

2.1.15.3. Molienda

Este proceso sirve para aumentar la superficie de contacto entre el grano y las enzimas, de modo que la degradación amilácea se lleve a cabo con relativa facilidad durante todo el proceso de maceración.

2.1.15.4. Maceración

En este paso del proceso se convierte el almidón en maltosa, fase denominada sacarificación, que tiene una duración aproximada de 2 horas. Aunque todo depende de la cantidad de almidón y de enzimas presentes en el grano.

2.1.15.5. Filtración

El proceso de maceración termina con la realización de un filtrado del mosto empleando un filtro con el fin de poder tratar mostos más densos, aquellos que tienen una gran cantidad de aditivos superiores al 75 %. Este se utilizó con una malla de 0,2 mm, la cual resulta ser la adecuada para poder tratar partículas de cascarilla de cebada y cáscara de arroz con el fin de tener un buen filtrado. Una vez más el filtrado se enfría a 0 °C en una cámara de enfriamiento durante 72 horas con el fin de provocar la floculación y precipitación de compuestos y partículas indeseadas. Después de este proceso se procede con la filtración al vacío que se realiza con una bomba de vacío.

2.1.15.6. Fermentación

Este mosto se enfría hasta la temperatura que le corresponde para la incorporación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), es decir 15-18 °C. Este mosto enfriado, que inicialmente es estéril, debe ser aireado antes de comenzar la fermentación. Este aireado previo del mosto hace que la levadura sea capaz de sintetizar los ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y linolénico), ácidos necesarios para mantener la integridad de la pared celular, puesto que sin estos es posible que la pared celular se deteriore.

2.1.15.7. Carbonatación

Después de ser fermentada, la bebida filtrada al vacío se coloca en un recipiente de acero inoxidable con capacidad de 30 L, llamado carbonatador. Un conducto interno, por el que circula agua alcoholada fría a 20 °C proveniente de un equipo refrigerante, enfría la cerveza. El recipiente se sella y se introduce CO₂ a través de un difusor a una presión de 2 MPa, lo que permite que el gas se disuelva en la cerveza.

2.1.15.8. Embotellamiento

Se procede al lavado de las botellas con agua, detergente y una solución de cloro para desinfectar. No se puede dejar ningún resto después del lavado, es esencial. Después se esterilizan en una estufa a 120 °C durante 24 horas. El llenado se lleva a cabo en botellas de 350 mL en una cámara fría a 4 °C. Y, por último, en la etapa de corchado, las botellas se corchan a presión manual.

2.1.16. Características Organolépticas

Las características de la cerveza son de diferentes aspectos perceptivos: el color, el olor y el sabor de la bebida en sí; el color puede ser desde colores amarillentos, más bien claros, hasta colores marrones oscuros, en función de los ingredientes de la cerveza y del proceso de elaboración; el aroma puede tener olores característicos de la malta, pero también son aportados por el lúpulo, y los subproductos que se generan durante la fermentación. Por último, en lo que

se refiere el sabor de la cerveza, es una mezcla compleja de dulzor, de amargor, de notas afrutadas, etc., todo ello dependiendo de los ingredientes y del proceso de elaboración (López *et al.*, 2023).

2.1.17. Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH se utiliza como indicador de la acidez o de la alcalinidad de un medio; en lo que respecta al producto denominado cerveza, resulta esencial mantener el pH en los valores adecuados en todas y cada una de las fases de elaboración de la cerveza, así como las levaduras fermentadoras del mosto también dispongan de un pH óptimo que den como resultado el mejor producto final (Vázquez *et al.*, 2018).

2.1.18. Acidez

La acidez de las cervezas se debe a la presencia de ciertos ácidos orgánicos, como el ácido cítrico, el ácido láctico, que serían los responsables de la acidez de la cerveza y juegan un papel importante en el sabor final de la cerveza, en la estabilidad de la misma y da leves toques de frescor y un leve punto amargo (Pérez *et al.*, 2019).

2.1.19. Grados Alcohólicos

El grado alcohólico de la cerveza es una medida del contenido de alcohol presente, expresado en porcentaje de volumen o en grados específicos, Este parámetro depende de la cantidad de azúcares fermentables presentes en el mosto y de la eficiencia del proceso de fermentación (Pérez *et al.*, 2019).

2.2. Marco Metodológico

El diseño de la investigación es descriptivo y analítico, debido a que el método descriptivo nos permite clasificar, medir y comparar los fenómenos investigados, y la utilización del método analítico radica en el estudio de causa y efecto, en la realización de la problemática identificada. Para realizar esta investigación se realizó un análisis crítico de la literatura científica existente de los últimos años sobre el tema, utilizando como bases de datos los siguientes: PubMed, Google Académico, ScienceDirect, Elsevier, Dialnet, Scielo, REDIB y Open Academic Journal y el gestor bibliográfico Zotero.

Para la organización de la información se empezó con palabras claves como *Oryza Sativa L.* como sustituto parcial, la cebada y producción mundial y nacional, aspectos sobre la elaboración de la cerveza. Posteriormente se analizó la información y se la distribuyo de la siguiente manera:

- Procesos de producción de la cerveza empleando la gramínea *Oryza Sativa L.*
- Características físico-químicas como pH, acidez y grados alcohólicos y en las características organolépticas como el sabor, color y aroma de la sustitución parcial del maíz, arroz y centeno en la elaboración de cerveza.
- Impacto de rendimiento y económico de la sustitución de *Oryza Sativa L.* en la elaboración de cerveza.

2.3. Resultados

En la “tabla 1” se describe el proceso de elaboración de cerveza de arroz (*Oryza sativa L.*), que empieza desde la germinación y el secado del arroz que permite conservar las enzimas del grano, hasta la molienda y fermentación del mosto con levadura, permitiendo transcurrir por la carbonatación y el envasado en frío con el propósito de conseguir una cerveza de arroz de calidad.

Tabla 1

Proceso de elaboración de cerveza de a partir de la gramínea Oryza Sativa L.

| Etapa | Proceso |
|------------------------|---|
| Germinación | Descomposición de reservas de la semilla en compuestos simples por enzimas. |
| Secado | Eliminación de humedad a 70 °C durante 24 horas para conservar enzimas. |
| Molienda | Aumento de la superficie de contacto del grano para facilitar la degradación del almidón. |
| Maceración | Conversión del almidón en maltosa en aproximadamente 2 horas. |
| Filtración | Filtrado del mosto con malla de 0.2 mm y enfriado a 0 °C durante 72 horas para eliminar compuestos no deseados. |
| Fermentación | Enfriamiento del mosto a 15-18 °C, aireación y adición de levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . |
| Carbonatación | Enfriamiento de la cerveza a 20 °C y disolución de CO ₂ a 2 MPa. |
| Embotellamiento | Lavado, desinfección, esterilización de botellas y llenado en cámara fría a 4 °C. Corchado manual. |

Fuente: Galzagorritz (2013).

La “tabla 2” indica las características físico-químico, la cerveza de maíz es la que posee el pH más alto y la cerveza de arroz el porcentaje de alcohol más alto, la de centeno tiene un pH más bajo y un contenido alcohólico moderado.

Tabla 2*Características Físico-químicas.*

| Cereal Sustituto | pH | Grados alcohólicos (%) | Acidez | Referencias |
|--|-----------|-------------------------------|---------------|----------------------|
| Arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) | 4,9 | 5,3 | 0,2 | (Galzagorritz, 2013) |
| Centeno (<i>Secale cereale</i>) | 4,3 | 4 | 0,4 | (Muñoz, 2022) |
| Maíz (<i>Zea Mays</i>) | 4,8 | 5,1 | 0,1 | (Flores, 2022) |

La “tabla 3” indica las características organolépticas de la cerveza de centeno encontramos el sabor ácido, por otro lado, en la cerveza de maíz encontramos el sabor dulce y de color más oscuro y en la cerveza de arroz encontramos un dulzor, en el aroma a lúpulo de color amarillo muy claro.

Tabla 3*Características Organolépticas.*

| Cereal Sustituto | Sabor | Aroma | Color | Referencias |
|--|--------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Arroz (<i>Oryza sativa L.</i>) | Ligero sabor dulce | Olor del lúpulo | Amarillo claro | (Galzagorritz, 2013) |
| Centeno (<i>Secale cereale</i>) | Acido | Olor a centeno | Ámbar | (Muñoz, 2022) |
| Maíz (<i>Zea Mays</i>) | Dulce | Sutiles y limpios | Marrón | (Flores, 2022) |

La “tabla 4” indica que la fabricación de cerveza de arroz es más económica que la de cebada por el bajo coste de adquisición y de fabricación. Por ello, aunque el precio de venta de la cerveza de arroz sea inferior (2,5 \$ por botella en vez de 2 \$), el margen de beneficio por litro

es mayor (126 \$ en lugar de 134,4 \$) y se pueden fabricar más botellas por partida (84 en vez de 96), con lo que la cerveza de arroz ofrece un beneficio de explotación mayor, con un margen del 60 % en lugar de un 70 %.

Tabla 4

Producción de cerveza de arroz y cebada costo de producción y rendimiento.

| Aspecto | Cerveza de Arroz | Cerveza de Cebada | Referencias |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Volumen de Producción | 30 litros | 30 litros | |
| Botellas Producidas | 96 botellas | 84 botellas | (Menéndez & Vera, 2023); |
| Precio de Venta | \$2.00 por botella | \$2.50 por botella | (Narváez, 2021) |
| Ingresos Totales | \$192 | \$210 | |
| Costos Totales | \$57.60 | \$84 | |
| Beneficio Bruto | \$134.40 | \$12 | |

2.4. Discusión de Resultados

La realización de la cerveza con arroz requiere de variaciones en cada fase del proceso. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la germinación del arroz necesita 1-2 horas de cocción a una temperatura de 70-75 °C para proceder a la gelatinización del almidón seguida de una molienda fina, posteriormente el arroz requiere una cocción a 100°C durante 60 minutos. La fermentación debe ser de 18-20 °C para luego proceder con la filtración utilizando una malla de 0,2 mm. La carbonatación, se realiza de 0-4 °C y dura 1-2 semanas y el envasado se debe realizar a 0-4°C. Este proceso hace que la cerveza de arroz sea factible, por constar de procesos sencillos y que requieren de menos tiempos de producción.

Sin embargo, la cerveza tradicional en el proceso de elaboración, pasa por diferentes fases: primero hay que maltear, después hay que macerar, después fermentar y finalmente acondicionar. El proceso de la cerveza hecha a partir de arroz simplifica las fases, eliminando el malteado, aunque también reduciendo el tiempo de maceración. La fermentación del arroz

necesita menos tiempo debido a su composición en almidones por lo tanto la hace más sencilla, rápida y mucho más económica, ya que también aporta un sabor distintivo y una textura más suave.

Las características fisicoquímicas y organolépticas, el pH de los cereales varían para el arroz y el maíz en 4,9 y 4,8, valores prácticamente iguales, lo cual nos pone de manifiesto la acidez media de estos cereales, mientras que el centeno con un pH de 4,3 es el cereal que presenta la acidez mayor. El centeno es el más ácido con un valor de 0,4, comparado con el arroz que es un valor de 0,2 y el maíz que es el de menor acidez con 0,1. Por otro lado el arroz es el que tiene más grados alcohólicos con 5,3 seguido del maíz con 5,1 el centeno con 4,0. La cerveza de arroz es una excelente alternativa debido a su pH moderado, alto contenido de alcohol y baja acidez.

Desde un punto de vista organoléptico, el arroz y el maíz poseen las cualidades del sabor dulce, hallando que el arroz es el que tiene un aroma más a lúpulo, además de que el grano tiene un color amarillento al ser mezclado en el mosto, por otro lado, el maíz posee un aroma más limpio y sutil y un color marrón, el centeno destaca por poseer un sabor ácido, y un aroma característico al centeno. La cerveza de arroz es una excelente alternativa debido a sus notas suaves y dulces.

Ambas cervezas tienen un volumen de producción de 30 litros, en cuanto a las botellas producidas, se obtienen 96 botellas de cerveza de arroz y 84 botellas de cerveza de cebada. El precio de venta es de \$2.00 por botella para la cerveza de arroz y \$2.50 por botella para la cerveza de cebada. Los ingresos totales son de \$192 para la cerveza de arroz y \$210 para la cerveza de cebada, en cuanto a los costos totales, son de \$57.60 para la cerveza de arroz y \$84 para la cerveza de cebada, en base a esos valores la mejor opción sería la cerveza de arroz por su margen de botellas obtenidas y bajo costo de producción.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

El proceso de producción de la cerveza a base de arroz exige unas adaptaciones muy específicas en las distintas fases del proceso en general, resaltando las diferencias en la germinación, maceración, cocción, fermentación, filtrado, carbonatación y embotellado. Así, la cerveza de arroz se simplifica suprimiendo el malteado y reduciendo los tiempos de maceración y fermentación y resultando una producción más rápida y económica en comparación con la cerveza tradicional, obteniendo así una cerveza más accesible con un sabor más ligero.

La cerveza de arroz tiene un pH de 4,9 y una acidez de 0,2, se distingue por un aroma a lúpulo y de color amarillento; el maíz, con un pH de 4,8 y una acidez de 0,1, presenta un aroma sutil y de color marrón, y el centeno, con un pH de 4,3 y una acidez más elevada de 0,4, resulta con un sabor ácido y con un aroma característico a centeno. Es por eso que se considera que el arroz es una opción viable en la elaboración de cerveza por tener un pH óptimo, una acidez ligera y grados alcohólicos medios que la hacen una cerveza sutil y suave.

Sin embargo, desde un punto de vista económico, la cerveza con arroz es la que tiene una rentabilidad económica mayor, con una cifra de 192 dólares y un bajo costo de producción (57,60 dólares) y el precio de venta (2,00 dólares por botella). La cerveza de cebada, a pesar de tener una cifra mayor de 210 dólares por el precio elevado (2,50 dólares por botella), tiene un costo de producción más elevado (84 dólares).

3.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones planteadas se recomienda:

- Dado que la cerveza de arroz tiene el costo de producción más bajo y genera una mayor cantidad de botellas, se recomienda utilizar arroz si el objetivo es minimizar los costos y maximizar la producción.
- Se propone ajustar el precio de venta de la cerveza hecha con arroz para aumentar la rentabilidad sin perder competitividad, ya que un pequeño cambio en el precio podría mejorar los márgenes de beneficio sin afectar significativamente la demanda.
- Escoger el cereal con el objeto de que el producto responda a las características organolépticas buscadas; el arroz da otro sabor a lúpulo, el maíz proporciona un sabor limpio y sutil y el centeno da un sabor ácido, lo que permite variar la producción en función de las preferencias de nuestro público objetivo.
- Realizar talleres prácticos en los que los participantes puedan experimentar con arroz, maíz y centeno para conocer de primera mano las diferencias en el proceso del malteado, molienda, maceración y fermentación y, de esta forma, ser capaces de ver cómo se modifica cada cereal las características finales de la cerveza.
- Fomentar en los participantes la experimentación con combinaciones de cereales y técnicas para desarrollar nuevos estilos de cerveza.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Acosta Suárez, A. N., & Acurio Garay, C. A. (2018). *Diseño de una línea de producción de cerveza artesanal en la ciudad de Quevedo para consumo directo* [Pregrado (Ingeniería Industrial), Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2925>

Álvarez, B. (2020). *Elaboración de cerveza artesanal tipo golden ale con cebada (Hordeum vulgare) y arroz (Oryza sativa L.)* [Tesis de pregrado (Ingeniera agrícola mención agroindustrial), Universidad Agraria del Ecuador].
[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVAREZ%20QUINTO%20BRYAN%202_compress ed%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVAREZ%20QUINTO%20BRYAN%202_compress ed%20(1).pdf)

Araya-Morice, A., Mora-Norori, A. L., Cubero-Castillo, E., Azofeifa, A., & Araya-Quesada, Y. (2022). Caracterización físico-química y sensorial de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) durante el proceso de añejado en silo1. *Agronomía Mesoamericana*, 33.
<https://www.redalyc.org/journal/437/43772352008/html/#gt2>

Avilés, H. E. M. (2019). *Y Su importancia en los emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de Samborondón.*

Brucas, M. (2022, marzo 24). *Los principales tipos de cerveza que existen y cuál elegir según cada gusto.* Expansión.
<https://www.expansion.com/fueradeserie/gastro/2022/03/24/622f2192468aeb8c558b4671.html>

- Cando Chasiloa, K. E., & Gallardo Guanoquiza, L. M. (2020). *Sustitución parcial de la Harina de Trigo por Harina de Nopal (opuntia ficus-indica) en la elaboración de pan*. [bachelorThesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.]. <http://localhost/handle/27000/7004>
- Cobos Mora, F. J., Gómez Pando, L. R., Reyes Borja, W. O., Medina Litardo, R. C., Cobos Mora, F. J., Gómez Pando, L. R., Reyes Borja, W. O., & Medina Litardo, R. C. (2021). Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología Aplicada*, 20(1), 65-81. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.1691>
- Diaz Almea, Y. M., Contreras-Miranda, J. A., Diaz Almea, Y. M., & Contreras-Miranda, J. A. (2022). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación foliar de biol, té de estiércol y ácido húmico. *Manglar*, 19(1), 85-90. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.011>
- Flores Lomas, J. X. (2022). *Elaboración de cerveza artesanal a base de maíz morado del tipo (Zea Mays) para su revalorización* [Pregrado (LICENCIADO EN GASTRONOMÍA), Universida Tecnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12989>
- Galzagorritz Pérez, D. (2013). *Producción de una bebida lupulada a partir de Arroz, utilizando como aditivo extracto de Moringa*. [Pregrado (Ingeniería Química), Universidad de Matanzas]. <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/1220>
- Garcés, J. (2021). *Aprovechamiento de variedades de arroz lojano en la elaboracion de cerveza artesanal para el bar restaurante The Pijos*. [Tesis de pregrado Tecnólogo en la Carrera

de Gastronomía), Instituto Superior Tecnológico Sudamericano].
http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/379/1/APROV ECHAMIENTO%20DE%20VARIEDADES%20DE%20ARROZ%20LOJANO%20EN%20L A%20ELABORACION%20DE%20CERVEZA%20ARTESANAL%20PARA%20EL%20BA R%20RESTAURANTE%20THE%20PIPOS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20CAR IAMANGA%202021_compressed%20%281%29.pdf

Hutzler, M., Morrissey, J. P., Laus, A., Meussdoerffer, F., & Zarnkow, M. (2023). A new hypothesis for the origin of the lager yeast *Saccharomyces pastorianus*. *FEMS Yeast Research*, 23, foad023. <https://doi.org/10.1093/femsyr/foad023>

Lema-Aguirre, A. C., Basantes-Morales, E. R., & Pantoja-Guamán, J. L. (2016). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22705>

López-Gómez, J. J., de Luis-Román, D. A., López-Gómez, J. J., & de Luis-Román, D. A. (2023). Características organolépticas en la suplementación artificial, ¿prescribimos o servimos? *Nutrición Hospitalaria*, 40(2), 239-240. <https://doi.org/10.20960/nh.04661>

Loviso, C. L., & Libkind, D. (2018). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: Ésteres. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(4), 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.11.006>

Loviso, C. L., Libkind, D., Loviso, C. L., & Libkind, D. (2019). Síntesis y regulación de los compuestos del aroma y sabor derivados de la levadura en la cerveza: Alcoholes

- superiores. *Revista argentina de microbiología*, 51(4), 386-397.
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.08.006>
- Mag. (2021). *Inician las primeras exportaciones de arroz con destino a Colombia – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
<https://www.agricultura.gob.ec/inician-las-primeras-exportaciones-de-arroz-con-destino-a-colombia/>
- Manzano Iturra, K. I. (2021). La cerveza en la provincia de Concepción: Sus orígenes y su primera época de desarrollo (1833-1870). *Idesia (Arica)*, 39(2), 31-37.
<https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000200031>
- Martinez, K. (2023, octubre 25). *Cerveza de arroz, sin cebada—Cerveza pilsen*.
<https://lacervezapilsen.com/estilos-de-cerveza/cerveza-de-arroz/>
- Mejía, J., & Saavedra, A. (2020). *Conociendo las levaduras*. Saber Mas- Revista de Divulgacion.
<https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/97-numero-131/193-conociendo-las-levaduras.html>
- Menéndez Vera, A. M., & Vera Cedeño, D. M. (2023). *Sustitución parcial de cebada por maíz y arroz malteados sobre parámetros físico-químicos y sensoriales en cerveza artesanal tipo Pale-Ale* [bachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL].
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2058>
- Morales, J. (2021, enero 4). Historia de la cerveza Budweiser. *Mundo Cervezas*.
<https://mundocervezas.com/historia-cerveza-budweiser/>

- Muñoz, S. A. S. (2022). Evaluación de la adición de centeno (*Secale cereale*) en la formulación de cerveza artesanal Belgian Pale Ale. *Enfoque UTE*, 13(3), 14-28.
- Narváez, S. (2021). *Sustitución parcial de la cebada por malteado de maíz (Zea mays) y arroz (Oryza sativa) en la elaboración de cerveza tipo ale* [Tesis de pregrado (Ingeniera Agrícola Mención Agroindustrial), Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NARV%C3%81EZ%20FUENTES%20SHIRLEY%20YELIXA.pdf>
- Pérez-Sánchez, A., Alfonso-Fernández, H. M., Aragón-Fontes, J. C., Baltá-García, J. G., & Benítez-Cortés, I. (2019). Estudio preliminar del proceso de producción de cerveza a partir de sorgo rojo CIAP R-132 a escala de laboratorio. *Investigación y Ciencia*, 27(77), 27-37.
- Reyes, S. A. B., Ávila, M. A. B., & Tigre, Á. E. F. (2023). Materia prima saborizante y procesos involucrados en la elaboración de cerveza artesanal. Algunas experiencias. *ULEAM Bahía Magazine (UBM) e-ISSN 2600-6006*, 4(7), Article 7.
- Stanzer, D., Čiča, K. H., Blesić, M., Murtić, M. S., Mrvčić, J., & Spaho, N. (2023). Alcoholic Fermentation as a Source of Congeners in Fruit Spirits. *Foods*, 12(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/foods12101951>
- Vázquez-Blanco, S., González-Freire, L., Dávila-Pousa, M. C., Crespo-Diz, C., Vázquez-Blanco, S., González-Freire, L., Dávila-Pousa, M. C., & Crespo-Diz, C. (2018). Determinación del pH como criterio de calidad en la elaboración de fórmulas magistrales orales líquidas. *Farmacia Hospitalaria*, 42(6), 221-227. <https://doi.org/10.7399/fh.10932>

Velasco-Laiton, Y., Sana-Pulido, W., Morillo-Coronado, A., Velasco-Laiton, Y., Sana-Pulido, W., & Morillo-Coronado, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 103-116. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)103-116](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)103-116)

4.2. Anexos



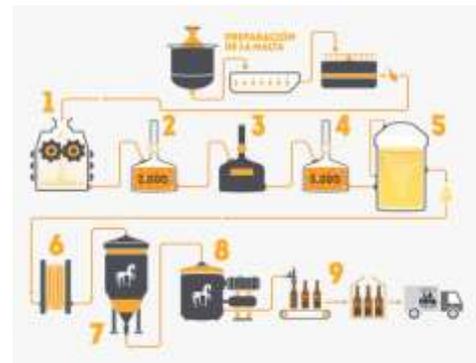
Anexo 1: Cerveza de arroz.



Anexo 2: Cerveza de centeno.



Anexo 3: Cerveza de cebada



Anexo 4: Proceso de elaboración de cerveza



Anexo 5: Centeno.



Anexo 6: Maíz y Arroz.