

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

“Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (*Canna indica*), como reemplazo parcial de malta”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico.

Autor:

Edgar Mauricio Loja Sánchez

CI:0104917190

egoloja@hotmail.com

Director:

Mgt. Juan Diego Espinoza Gárate

CI: 0301989448

Cuenca, Ecuador

03-marzo-2020



Resumen:

En la presente investigación se evaluó el comportamiento de las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas de cervezas artesanales tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (*Canna indica*) en reemplazo parcial de malta. En primer lugar, se determinó las propiedades físicas del almidón (granulometría, densidad aparente, contenido de materia seca y temperatura de gelatinización) para posteriormente utilizarlas como reemplazo del contenido de malta base en concentraciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%.

Después de haber cumplido su tiempo de maduración y refrigeración, los valores obtenidos de las propiedades físico-químicas de las cervezas (pH, acidez y grado alcohólico) en relación a los valores descritos por la normativa INEN 2262 se encontraron dentro del rango permisible; para el parámetro color, las cervezas con el 20% de almidón tuvieron mayores resultados y para turbidez aquellas con el 0%. Los análisis microbiológicos realizados a cervezas pasteurizadas establecieron que aquellas con almidón presentan un mayor crecimiento de mohos y levaduras.

Los resultados de las encuestas establecen una mayor aceptación a cervezas prueba con el 20% del reemplazo de malta por almidón de achira, por lo que fue sometida a un análisis económico frente a cervezas que no contenían almidón en relación al rendimiento de producto obtenido.

Palabras claves: Cerveza artesanal. Malta. Almidón de achira. Rendimiento. Parámetros físico-químicos. Análisis sensorial.



Abstract:

In the present research, the behavior of the physicochemical, sensory and microbiological properties of Pale Ale type craft beers was evaluated using achira starch (*Canna indica*) in partial malt replacement. First, the physical properties of the starch (granulometry, bulk density, dry matter content and gelatinization temperature) were determined for later use as a replacement for the base malt content in the following concentrations: 0%, 5%, 10%, 15% and 20 %.

After completed their maturation and cooling time, the values obtained from the physical-chemical properties of beers (pH, acidity and alcoholic strength) in relation to the values described by the INEN 2262 standard were within the permissible range; for the color parameter, beers with 20% starch had higher results and for turbidity those with 0%. Microbiological analyzes performed on pasteurized beers established that those with starch have a greater growth of molds and yeasts.

The results of the surveys establish a greater acceptance to beers test with 20% of the replacement of malt with achira starch, so this specific one was subjected to an economic analysis against beers that did not contain starch in relation to the yield of product obtained.

Keywords: Craft beer. Malt. Achira starch. Performance. Physico-chemical parameters. Sensory analysis.



ÍNDICE DEL TRABAJO

INTRODUCCION	13
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1. CONTENIDO TEÓRICO	15
1.1. CERVEZA	15
1.1.1. Definición	15
1.1.2. Cerveza Industrial y Artesanal	16
1.1.3. Cervezas en Ecuador	17
1.2. TIPOS DE CERVEZAS	18
1.2.1. Cerveza LAGER	18
1.2.2. Cerveza ALE	20
1.3. MATERIAS PRIMAS	21
1.3.1. Malta	21
1.3.1.1. Cebada para cerveza	21
1.3.1.2. Producción de grano	22
1.3.1.3. Proceso de germinación de la cebada	23
1.3.1.4. Composición de la malta	24
1.3.1.5. Almidón	24
1.3.2. Lúpulo	26
1.3.2.1. Composición y propiedades del lúpulo	27
1.3.3. Agua	28
1.3.4. Levadura	30
1.3.4.1. Fases de la levadura durante la fermentación	30
1.3.4.2. Requerimientos nutricionales de levaduras	31
1.3.5. Adjuntos	32
1.4. ACHIRA	33
1.4.1. Distribución Geográfica	33
1.4.2. Características de la planta	34
1.4.3. Almidón de Achira	35
1.4.3.1. Rendimiento de obtención de almidón de achira	35
1.4.3.2. Composición	36
2. METODOLOGÍA	38



2.1.	Localización de la investigación	38
2.2.	Descripción del trabajo	38
2.3.	Determinación de las propiedades físicas del almidón de achira	38
2.3.1.	Distribución del tamaño de grano	38
2.3.2.	Contenido de materia seca	39
2.3.3.	Densidad aparente	40
2.3.4.	Temperatura de gelatinización	41
2.4.	Diseño experimental	42
2.5.	Diseños de diagramas de procesos	42
2.5.1.	Diagrama de proceso para cerveza artesanal sin almidón de achira	43
2.5.2.	Diagrama de proceso para cerveza artesanal con almidón de achira	44
2.5.3.	Descripción del proceso de elaboración	45
2.6.	Evaluación de resultados Físico-Químicos de la cerveza	47
2.7.	Análisis microbiológico	48
2.8.	Evaluación sensorial mediante encuestas	48
2.9.	Optimización del producto	49
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1.	Análisis físicos del almidón de achira	50
3.1.1.	Distribución del tamaño de grano	50
3.1.2.	Contenido de materia seca	50
3.1.3.	Densidad aparente	51
3.1.4.	Temperatura de gelatinización	51
3.2.	Resultado de los análisis físico químicos de las cervezas	51
3.2.1.	pH	52
3.2.2.	Acidez	53
3.2.3.	Densidad	54
3.2.4.	Alcohol	56
3.2.5.	Color y Turbidez	57
3.3.	Resultados del análisis microbiológico	58
3.4.	Resultados de encuestas	59
3.4.1.	Tamaño de muestra	59
3.4.2.	Edad y género	59
3.4.3.	Consumo y frecuencia de cervezas artesanales	60
3.4.4.	Análisis sensorial	61



3.4.4.1.	Aspecto	61
3.4.4.2.	Amargor	62
3.4.4.3.	Sabor	63
3.4.4.4.	Percepción del contenido alcohólico	63
3.4.4.5.	Aroma.....	64
3.4.4.6.	Percepción de la espuma.....	65
3.4.5.	Aceptación del producto.....	65
3.5.	Optimización del producto	67
3.5.1.	Rendimiento de cerveza obtenida en las pruebas.....	67
3.5.2.	Análisis económico del producto.....	67
4.	CONCLUSIONES.....	69
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
6.	ANEXOS	77
7.1.	Anexo 1: Encuesta	77
7.2.	Anexo 2: Resultados de los análisis microbiológicos.....	79
7.3.	Anexo 3: Facturas de compra de materia prima (maltas, lúpulos, levadura, almidón de achira) 80	
7.4.	Anexo 4: Factura de compra de botellas.....	81
7.5.	Anexo 5. Presentación de etiqueta.....	81
7.6.	Anexo 6: Evidencia fotográfica.	82
7.6.1.	<i>Análisis físicos del almidón de achira</i>	82
7.6.2.	<i>Preparación de cervezas</i>	84
7.6.3.	<i>Análisis físico-químico de las cervezas</i>	90
7.6.4.	<i>Encuestas</i>	92



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Requisitos físico-químicos para cervezas.	15
Tabla 1.2. Requisitos Microbiológicos.	16
Tabla 1.3. Diferencias de los sectores industriales y artesanales cerveceros.	16
Tabla 1.4. Estilos de cervezas lager.....	19
Tabla 1.5. Estilos de cervezas Ale.	20
Tabla 1.6. Producción de cebada a nivel mundial.	22
Tabla 1.7. Composición de azúcares (amilasa y amilo pectina), en cereales y tubérculos.	24
Tabla 1.8. Temperaturas de gelatinizado de almidones de acuerdo a su fuente de obtención.	26
Tabla 1.9. Continentes y países con presencia de achira.	33
Tabla 1.10. Porcentaje de almidón obtenido por periodo y tipo de cultivo.....	36
Tabla 1.11. Composición de rizomas de achira para obtención de almidón.....	36
Tabla 1.12. Contenido (%) de amilosa y temperatura de gelatinización de la achira.	37
Tabla 2.13. Composición experimental.	42
Tabla 3.14. Análisis granulométrico del almidón de achira.....	50
Tabla 3.15. Determinación del contenido de materia seca del almidón de achira.	50
Tabla 3.16. Densidad aparente del almidón de achira.	51
Tabla 3.17. Resultados de análisis físico químicos de las cervezas.	52
Tabla 3.18. Gramos de amilosa proporcionados por materia prima en las pruebas.	54
Tabla 3.19. Resultados de color y turbidez de las cervezas.....	57
Tabla 3.20. Resultados de Análisis microbiológicos.	58
Tabla 3.21. Rendimiento de cerveza obtenida.	67
Tabla 3.22. Precio de materias primas para cerveza sin almidón de achira.....	68
Tabla 3.23. Precio materias primas para cerveza con almidón de achira al 20% de reemplazo de malta base.....	68



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Relaciones de las cepas de Saccharomyces.....	18
Ilustración 1.2. Representación de la Amilosa (Diagrama de Haworth).	25
Ilustración 1.3. Representación del ataque de la Beta amilasa en hidrolisis de la amilosa.	25
Ilustración 1.4. Formación de la maltosa como resultado de hidrólisis dela amilosa.....	26
Ilustración 1.5. Regiones de cultivo de achira en el mundo.....	34
Ilustración 1.6. Representación de la estructura de la achira.	35
Ilustración 2.7. Diagrama Operacional de Cerveza Artesanal.	43
Ilustración 2.8. Diagrama Operacional de Cerveza Artesanal con almidón de achira.	44
Ilustración 3.9. Resultados obtenidos del factor pH.	52
Ilustración 3.10. Acidez total, expresada como ácido láctico.	53
Ilustración 3.11. Resultados de densidad de las cervezas.....	55
Ilustración 3.12. Resultados de contenido de alcohol en las cervezas.	56
Ilustración 3.13. Muestras de cervezas para determinación de color y turbidez.	57
Ilustración 3.14. Gráfica de barras de resultados de turbidez de cervezas.....	58
Ilustración 3.15. Resultados de género.	60
Ilustración 3.16. Pregunta 1. ¿Consume Ud. cerveza artesanal?	60
Ilustración 3.17. Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia la consume?	61
Ilustración 3.18. Pregunta 3. Aspecto.	62
Ilustración 3.19. Pregunta 4. Amargor.	62
Ilustración 3.20. Pregunta 5. Sabor.	63
Ilustración 3.21. Pregunta 6. Percepción del contenido alcohólico.	64
Ilustración 3.22. Pregunta 7. Aroma.....	64
Ilustración 3.23. Pregunta 8. Percepción de la espuma.	65
Ilustración 3.24. Pregunta 9. ¿Qué producto le gustó más?	65
Ilustración 3.25. Pregunta 11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto en una presentación de 330ml?.....	66

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1. Porcentaje de retenido en el tamiz.	39
Ecuación 2.2. Porcentaje de materia seca.....	40
Ecuación 2.3. Densidad aparente.	40
Ecuación 2.4. Porcentaje de alcohol en una muestra de cerveza.	47
Ecuación 2.5. Número de encuestas.....	49



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Edgar Mauricio Loja Sánchez, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (*Canna indica*), como reemplazo parcial de malta", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 03 de marzo de 2020

Edgar Mauricio Loja Sánchez

C.I: 0104917190



Cláusula de Propiedad Intelectual

Edgar Mauricio Loja Sánchez, autor del trabajo de titulación "Elaboración de cerveza artesanal tipo Pale Ale utilizando almidón de achira (*Canna indica*), como reemplazo parcial de malta", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 03 de marzo de 2020

Edgar Mauricio Loja Sánchez

C.I: 0104917190



AGRADECIMIENTOS

En la vida nos encontramos con personas que nos ayudan a crecer, lugares que se vuelven parte de uno y momentos que quedaran en el recuerdo.

Agradezco a quienes han formado parte de este proceso, especialmente a mi familia; a mi mami Zoilita quien con su determinación ha sabido impulsarme a seguir adelante, a mis hermanos por ser siempre mi soporte e inspiración. A mis amigos, por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

A la Universidad de Cuenca por haberme abierto sus puertas, a sus docentes por brindarme los conocimientos con los cuales me he formado profesionalmente.

A mi tutor Juan Diego Espinoza por permitirme desarrollar este tema de investigación y ser la guía oportuna para la culminación de la misma.



DEDICATORIA

Para mi familia, quienes han confiado y estado siempre para mí. A mi madre que siempre ha sabido darme los mejores consejos y guiarme. Para mis hermanos, hermanas y mis sobrinos que con todo el cariño del mundo los llevo presentes en mi día a día.

También quiero dedicar de manera especial a mi hermano Patricio, aquel con el puedo disfrutar de su gran amistad y por haberme mostrado con su ejemplo de constancia, dedicación y amor a su profesión que en la vida siempre se debe salir adelante.



INTRODUCCION

El Ecuador tiene una baja demanda de cervezas artesanales en el mercado. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2005), a nivel nacional el 7,2% de la población ecuatoriana consumen cervezas, de los cuales el 99,48% corresponderían de una producción Industrial (PAGUAY, 2016), que a su vez estarían representadas principalmente por las compañías de “Cervecería Nacional” y “Ambev Ecuador” con sus marcas conocidas (JIMENEZ, 2017); teniéndose tan solo un 0,52% en producción artesanal las cuales están conformadas por 15 cervecerías pequeñas y 55 micro cervecerías en diferentes ciudades del país.

Se conoce que la amilasa es la principal azúcar durante la fermentación de la cerveza por su alto grado de solubilidad y mayor grado de hidrolización requiriéndose de la germinación de la cebada (malteado) para la producción del almidón que contendrá estos azúcares en mayores cantidades contenidas en un 25% de amilasa y un 75% de amilo pectina. (COLOMBIA DOCUMENTS, 2013; LEVABEER, 2014)

La achira es una planta nativa en el Ecuador que se cultiva a 2800 msnm y se produce por lo general en las provincias de Azuay, Loja, Tungurahua (MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO, 2016). Por lo general, el aprovechamiento de esta planta en su mayoría es por sus hojas como envolturas de tamales y quimbolos, que son alimentos culturales del Ecuador.

Los tubérculos de la achira (raíz) contienen un 16% de almidón (base seca) (RIVERA, 2006), que según estudios realizados se tiene un contenido de amilosa de entre un 31% a 38% y amilo pectina de 62% a 69%. (DE LEÓN, 2015), considerando que el mismo se suele utilizar en la elaboración de bocadillos o panes de almidón, limitando el uso de este producto y con una baja producción nacional.

En base a ello se considera la utilización del almidón de achira en reemplazo de malta en la elaboración de cerveza tipo Pale Ale (alta fermentación), por su contenido de amilosa y amilo pectina que brindarán características y propiedades físico químicas propias que serán evaluadas y también servirá como una fuente de aprovechamiento de los recursos nativos.



OBJETIVO GENERAL

Elaborar cerveza artesanal tipo Pale Ale, utilizando almidón de achira como materia prima nativa en reemplazo del 5%,10%, 15% y 20% de malta, para determinar sus propiedades, físico-químicas, sensoriales y microbiológicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar propiedades físicas del almidón de achira a utilizar en la elaboración de cerveza artesanal.
- Determinar las propiedades físico-químicas y sensoriales de los diferentes tipos de cervezas elaboradas.
- Realizar análisis microbiológico de los diferentes tipos de cerveza elaboradas.
- Optimizar el porcentaje de almidón de achira a utilizar en la elaboración de Cerveza Artesanal tipo Pale Ale, de acuerdo a las propiedades físico, químicas, sensoriales y microbiológicas obtenidas, que cumplan con características ideales del producto.
- Generar un diagrama de proceso en el diseño de producción de cerveza artesanal tipo Pale Ale con Almidón de achira en reemplazo parcial de malta.



1. CONTENIDO TEÓRICO

1.1.CERVEZA

1.1.1. Definición

Según la normativa (NTE INEN 2262, 2013), es una bebida alcohólica con un bajo grado alcohólico proveniente de una fermentación natural en condiciones físico-químicas que garanticen su calidad, así como también sus parámetros microbiológicos.

La cerveza surge luego de una fermentación de la malta, mediante la utilización de ciertas levaduras dependiendo las características que se requieran, elaborada con diferentes adjuntos que podrán ser transformadas en azúcares mediante una digestión enzimática, llevada previamente a un proceso de cocción y aromatización con agregados de lúpulos; que como resultado final su grado alcohólico no será inferior al 3% m/m. (GALLARDO et al., 2013)

Así mismo existe una serie de requisitos propuesto por la normativa INEN para cervezas industriales, que se deben tener en consideración para asegurar su calidad, los cuales pueden ser determinados mediante un análisis que se muestran en la Tabla 1.1. como los requisitos físico-químicos y Tabla 1.2. como requisitos microbiológicos.

Tabla 1.1. Requisitos físico-químicos para cervezas.

REQUISITO	UNIDAD	MIN	MAX	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico (20°C)	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Vol. De CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	--	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de Hierro	mg/dm ³	--	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de Cobre	mg/dm ³	--	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de Zinc	mg/dm ³	--	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de Arsénico	mg/dm ³	--	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de Plomo	mg/dm ³	--	0,1	NTE INEN 2330

Fuente: (NTE INEN 2262, 2013)



Tabla 1.2. Requisitos Microbiológicos.

REQUISITO	UNIDAD	CERVEZA		METODO DE ENSAYO
		PASTERIZADA		
		MINIMO	MAXIMO	
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm ³	--	10	NTE INEN 1 529-17
Mohos y Levaduras	up/cm ³	--	10	NTE INEN 1 529-10

Fuente:(NTE INEN 2262, 2013)

1.1.2. Cerveza Industrial y Artesanal

Existen ingredientes base en la elaboración de cervezas, tanto para el sector industrial como artesanal, ya que se utiliza los mismos insumos que pueden ser la malta, lúpulo, levadura y agua; pero se conoce que existe una diferencia significativa entre estas dos. A nivel industrial que son los que se comercializan a gran escala, se busca tener un tiempo de vida de anaquel mayor, ya que sus volúmenes de producción son altos, para lo cual se emplean ciertos mecanismos como la pasteurización o utilización de aditivos y conservantes que ayudan a cumplir este objetivo. Mientras que, si se habla en el sector artesanal, en la actualidad que se encuentra en crecimiento, la elaboración de los mismos resulta ser más manual o como resultado del uso de equipos semiautomáticos y de menor volumen, que pretenden obtener productos únicos, con el cuidado meticuloso de sus aspectos físicos y sensoriales. (VALENCIA et al., 2015) (COLINO et al., 2017)

Tabla 1.3. Diferencias de los sectores industriales y artesanales cerveceros.

Cerveza Industrial	Cerveza Artesanal
Mezcla con otros cereales	Utiliza solo materia prima de calidad
Poco contenido de lúpulos	Dosificación de lúpulo en proporciones específicas
Fermentación acelerada	Fermentación tardía
Filtrado con sustancias químicas	Filtrado propio (natural)
Uso de conservantes para mayor tiempo de vida útil	No utiliza agentes químicos
Se realiza una carbonatación artificial con CO ₂	Su carbonatación es natural



Tratamientos físicos como la pasterización que genera una pérdida de propiedades organolépticas	Tiene un campo abierto a mejora continua y desarrollo de nuevas formulaciones
---	---

Fuente: (VERA, 2017)

Se evidencia en la Tabla 1.3. que existe una gran diferencia en cuanto al modelo de producción y por ende los precios también pueden ser evaluados, conociendo que en Ecuador el precio promedio de un litro de cerveza industrial podría llegar a costar alrededor de los 2\$, mientras que los precios para una cerveza artesanal pueden oscilar entre valores de 2,7\$ hasta 3,2\$ por litro de producto, los mismos que incrementan su precio en bares hasta los 5\$, dependiendo de los estilos que se ofrezcan. (ENRÍQUEZ, 2014)

1.1.3. Cervezas en Ecuador

Se ha estimado que a nivel mundial en el año 2016 la cerveza valoraba el 75% de ventas en bebidas alcohólicas y que está siendo representado por los principales países como la India, Estados Unidos, Brasil, Rusia, Alemania y México, siendo China el mayor productor con 448 millones de hectolitros anuales, mientras que la cadena viene seguida por Estados Unidos con 221 millones de hectolitros anuales, y, se espera que para el año 2021 el precio global de mercado se valore en 736 000 millones de dólares, en comparación con el año 2016 con un valor global de mercado de 530 000 millones de dólares.(CALVILLO, 2017)

En el Ecuador se ha registrado que más de 900 mil personas consumen bebidas alcohólicas, de los cuales cerca del 90% representados por el género masculino (INEC, 2013). El consumo de cervezas representa el 75% del total de este tipo de bebidas y su mayor consumo se centra en provincias de la región Costa como en Los Ríos con 16,2%, Esmeraldas con 15,3% y Guayas con 15,1%. (TRUJILLO et al., 2017) (INEC, 2005). Teniendo un valor de ingresos en el año 2017 de aproximadamente 1600 millones de dólares.(ZUMBA, 2018)

El crecimiento del sector cervecero artesanal en Ecuador ha sido notable, a partir del año 2011 su incremento ha sido de 20 veces por año, y que en todo el país existen más de 40 empresas enfocadas en su elaboración, además que se estima que cuentan con

volúmenes de producción de 60000 litros mensuales. (EL COMERCIO, 2016; PROCHILE, 2014)

1.2. TIPOS DE CERVEZAS

Existe una clasificación extensa de los diferentes tipos de cervezas, pero se puede diferenciar mediante dos categorías, cervezas de estilo ALE y LAGER, que su variable viene dada por su temperatura de fermentación, al utilizarse levaduras propias para los dos tipos.

Generalmente las levaduras utilizadas en la elaboración de cervezas son del género *Saccharomyces*, que pueden ejercer una gran influencia en características físicas o químicas, considerando que para cervezas de tipo ALE utilizan cepas de levaduras *S. cerevisiae* (levaduras superiores), que durante su fermentación se aprecia una capa en la superficie del mosto y a temperaturas más cálidas. En tanto que para cervezas de estilo LAGER, se utilizan levaduras híbridas de las *S. cerevisiae* llamadas *S. pastorianus*, que tienden a llevar una fermentación de fondo ya que las levaduras floculan y se da generalmente a temperaturas controladas bajas. (ANAGNOSTOPOULOS, 2019)

Se conoce una serie de hibridaciones que darán lugar a levaduras del tipo *S. cerevisiae* y *S. pastorianus* como en la Ilustración 1.1. se muestra.

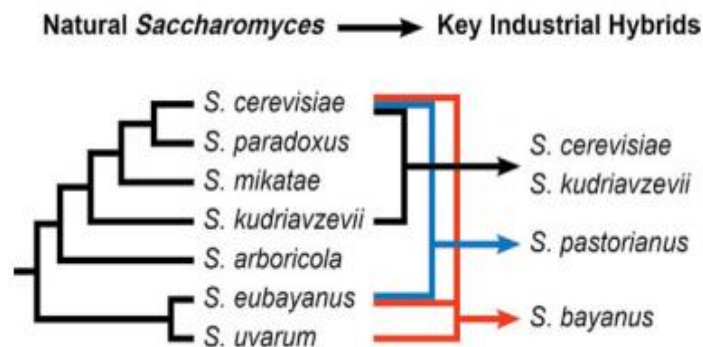


Ilustración 1.1. Relaciones de las cepas de *Saccharomyces*.

Fuente: (RUSSELL & STEWART, 2014)

1.2.1. Cerveza LAGER

Resulta de utilizar levadura *S. pastorianus*, obtenida de una hibridación entre la *S. cerevisiae* y *S. eubayanus*, tienen temperaturas de crecimiento bajas (8 a 18 °C). (RUSSELL & STEWART, 2014)






Con lo cual se pueden presentar características para este tipo de fermentación, como son:

- Fermentación a temperaturas bajas.
- Buena floculación durante la primera fermentación.
- Se pueden utilizar las primeras cepas floculadas como medio de cultivo para posteriores fermentaciones.
- pH óptimo de catalasa entre 6,5-6,8.
- Fermentación más lenta, con la utilización de mayor cantidad de azúcares del mosto inicial.
- Tienen sabores más suaves y sensaciones al paladar más tenues.(HILL, 2015; HUTZLER et al., 2015)

En la Tabla 1.4. se muestra una sub-clasificación de cervezas de fermentación baja:

Tabla 1.4. Estilos de cervezas lager.

Estilo	Características	Ilustración
Pale Lager	<ul style="list-style-type: none"> - Cerveza Pálida. - Origen en el siglo XIX. - Aroma de lúpulo más pronunciado. 	
Pilsner	<ul style="list-style-type: none"> - Cerveza Pálida - Origen en el siglo XIX en la ciudad de Pilsen en Republica Checa. - Son altamente carbonatadas. - Aroma más lleno. 	
Dark Lager	<ul style="list-style-type: none"> - Cerveza negra - Cuerpo Ligero. - Amargura agradable 	

Fuente: (52brews, s. f.)

1.2.2. Cerveza ALE



Resulta de utilizar levadura *S. cerevisiae* que tienen temperaturas de crecimiento normalmente ambiente (20 a 26 °C). (RUSSELL & STEWART, 2014)


Presentan características como:

- Fermentación a temperaturas ambiente.
- Necesita de floculantes que ayuden en la sedimentación de sus levaduras.
- Sus levaduras pierden eficiencia para posteriores fermentaciones.
- pH óptimo de catalasa (6,2-6,4).
- Fermentación más rápida de los azúcares.
- Cuenta con olores afrutados y sabores con mayor cuerpo y amargor. (HILL, 2015; HUTZLER et al., 2015)

Además, se pueden encontrar estilos para cervezas tipo Ale, como se muestran en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Estilos de cervezas Ale.

Estilo	Características	Ilustración
Brown Ale	<ul style="list-style-type: none">- Remonta de Inglaterra en los años 1700.- Color marrón.	
Pale Ale	<ul style="list-style-type: none">- Cerveza con mayor cuerpo.- Tiene más de 300 años de existencia.- Mucha variedad de estos estilos como: APA, IPA, etc.- Existe un gran consumo mundial.	

India Pale Ale	<ul style="list-style-type: none">- Elaborada en Inglaterra hace 200 años.- Cerveza amarga y con mayor lupulado.- Tiene variedad en IPA estándar.	
-----------------------	---	--

Fuente: (52brews, s. f.)

1.3.MATERIAS PRIMAS

1.3.1. Malta

Se conoce como malta al germinado de ciertos cereales como el trigo, arroz, maíz, sorgo, etc. Pero para la elaboración de cervezas se utilizan generalmente de cebada, ya que en el germinado de otros cereales tienen inconvenientes tales como la degradación de las grasas (enranciamiento) en el caso del maíz, mientras que el trigo su producción se encuentra enfocada para elaboración de panes. (HOUGH, s. f.)

1.3.1.1.Cebada para cerveza.

Puede existir una clasificación de diferentes tipos de cebada, las mismas que son las cebadas invernales (sembradas a mediados de septiembre), o cebadas de verano (sembradas a mediados de abril).

Se pueden encontrar cebadas de dos hileras que forman solamente un grano luego de la polinización, o de varias hileras con la formación de 3 granos. Siendo la de dos hileras la cebada maltera debido a que estos tienen un espacio para un crecimiento mayor, con una corteza más fina que lo recubre, en comparación con los de seis hileras que tienen un espacio de crecimiento más pequeño y bastante irregular en sus tamaños.

Por lo general las cebadas de invierno son las que tienen un mayor rendimiento en cuanto a su producción con un 33% superior a las cebadas de verano, esto es debido a que el periodo invernal dura 7 meses anuales. Por ello en algunos países se optan por una siembra de cebadas de dos hileras a pesar que estas suelen darse por lo general en épocas de verano. (KUNZE & MANGER, 2006)



1.3.1.2. Producción de grano

1.3.1.2.1. Producción Mundial

La principal zona de cultivo de cebada para fines cerveceros en el año 2002 fue en Europa Central, alcanzando un alto valor en el mercado con producciones de calidad. Siendo en Alemania la principal productora con una cosecha de 2,7 millones de toneladas, de las cuales 2,1 millones fueron destinadas a cebada cervecera.

A nivel mundial las principales zonas para cultivo son las de un clima con temperaturas moderadas en países localizados en el Hemisferio Norte, como Europa, mientras que, en países norteamericanos con Canadá y Estados Unidos, también existe una producción y, en otras localidades como Australia, Argentina y Uruguay.

La producción de cebada representa el 8% en producción de cereales, para lo cual en la Tabla 1.6. se muestra la producción, país y la variación durante 5 años a nivel mundial.

Tabla 1.6. Producción de cebada a nivel mundial.

Producción de cebada en miles de toneladas					
	Año	Año	Año	Año	Año
	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Unión Europea	60,6	62,1	59,9	59,0	57,2
Rusia	20,0	17,0	17,5	20,1	16,5
Canadá	7,1	8,2	8,8	7,9	8,8
Australia	8,6	8,9	13,5	8,9	7,8
Ucrania	9,4	8,7	9,8	8,7	7,6
Turquía	4,0	7,4	4,7	6,4	7,4
Kazajistán	2,4	2,6	3,2	3,3	4,2
Argentina	2,9	4,9	3,3	3,7	4,0
Estados Unidos	3,9	4,7	4,3	3,1	3,3
Irán	3,2	3,2	3,0	3,1	3,1

Fuente: (DE BERNALDI, 2019)

Ante esto para Latinoamérica existe una producción baja con su mayor representante Argentina, la misma que se destina tan solo el 25% para elaboración de cerveza.(DE BERNALDI, 2019)



1.3.1.2.2. Producción Nacional

En Ecuador la siembra y cosecha de la cebada se da en Zonas Interandinas con altitudes de (2400 a 3400) msnm, en climas fríos y templados y oscilaciones de temperatura de 12 a 20°C, se da en suelos francos, arcillosos y de buena profundidad. La producción nacional estimada en el año 2017 fue de 13.513 toneladas métricas, siendo la provincia de Imbabura la que cultiva la mayor parte con 3440 toneladas, seguida de la provincia de Chimborazo con 3200 toneladas.

La cebada se comercializa en mayor medida para elaboración de productos alimenticios como harina o cebada semi-molida. La cebada como materia prima para la elaboración de cerveza cuenta con una siembra estimada en el año 2017 de 2100 hectáreas. (ESPINOZA, 2018; INIAP, 2014)

1.3.1.3. Proceso de germinación de la cebada.

El proceso de malteo o germinado debe cumplirse bajo ciertos parámetros de temperatura y humedad, para lo cual existe un proceso determinado de condiciones y tratamientos que se deben considerar para asegurar una buena calidad de malta.

- *Tratamientos previos*

Se utilizan maquinarias que ayudan en la separación de materias gruesas mediante cribas, para la eliminación de materiales suspendidos se emplean equipos del tipo neumáticos. Se deben mantener temperaturas en los silos con humedades inferiores a los 16%, cuidando que la temperatura ambiente no sobrepase los 15°C.

- *Germinación*

Se realiza una primera maceración en la cual se le adecuan condiciones de humedad que deberá subir del 16% inicial hasta un 42-44% como máximo, considerándose que este valor será solo para maltas claras, ya que para maltas más oscuras esta humedad puede ser mayor. El tiempo para que suceda una buena germinación dependerá de factores como el tamaño del grano y la temperatura del agua que se utiliza que suele encontrarse a 12°C, aunque a veces se utilizan temperaturas del 20°C que aumenta el tiempo y se requiere ventilación del ambiente.



- **Desecación y tostado**

Para el caso de las maltas claras (maltas base), el secado se lo realiza a temperaturas no superiores a los 85°C, ya que a esas condiciones la malta mantiene en mayor parte sus propiedades. Para maltas oscuras (maltas tostadas), propiedades como color y aroma se modifican, dado que el secado se lo realiza en tiempos más prolongados y a temperaturas de hasta los 105°C.(F. GARCÍA, 1965)

1.3.1.4.Composición de la malta

Dependiendo del tipo de cebada procesada para malteado se pueden tener diferentes porcentajes en su composición, pero se pueden establecer rango como los que se presentan a continuación:

- %Humedad: (10,4–12,4) %
- % Proteínas: (8,4-12,2) %
- %Grasas: (1,5-3,0) %
- %Carbohidratos: (76-81) %. (RUIZ, 2006)

1.3.1.5.Almidón

El almidón se encuentra presente dentro de los hidratos de carbono, conformado principalmente en un 30% de amilosa y un 70% en amilo pectina. Su composición dependerá de su fuente del cual ha sido extraído; la Tabla 1.7. muestra el contenido de amilosa y amilo pectina de ciertos cereales y tubérculos:

Tabla 1.7. Composición de azúcares (amilasa y amilo pectina), en cereales y tubérculos.

CEREAL	AMILOSA (%)	AMILO PECTINA (%)
MAIZ	24	76
TRIGO	25	75
ARROZ	18	82
SORGO	25	75
MALTA	25	75
TUBERCULO	AMILOSA (%)	AMILO PECTINA (%)
PAPA	21	79
YUCA	17	83
ACHIRA	31	69

Fuente: (DE LEÓN, 2015; HERNENDEZ-MEDINA et al., 2008; SCHAUFLE, 2019)

Durante la maceración, el almidón sufre reacciones por parte de la Amilasa frente a la Beta amilasa en la reducción de los azúcares, en la cual, la Beta amilasa hidroliza la amilosa desde el extremo no reductor, cortando las cadenas en enlaces alfa 1,4 cada dos unidades de glucosa, formando maltosa como el azúcar más sencillo que servirá de alimento para las levaduras, que se puede observar en las siguientes reacciones:

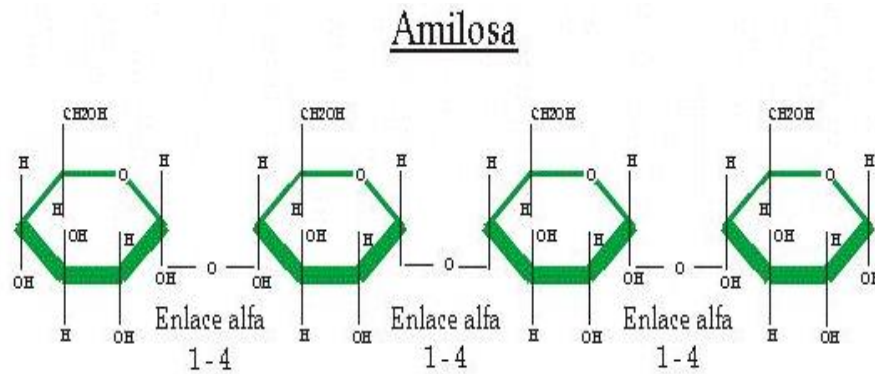


Ilustración 1.2. Representación de la Amilosa (Diagrama de Haworth).

Fuente: (SCHAUFLE, 2019)

La Ilustración 1.2. presenta una estructura de la amilosa en la cual se observa una cadena lineal, uniendo alfa glucosas mediante enlaces alfa en los enlaces 1 y 4 de cada estructura.

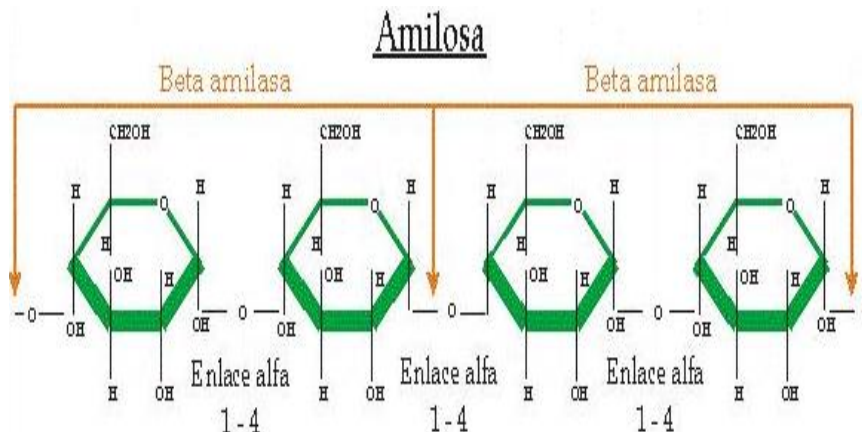


Ilustración 1.3. Representación del ataque de la Beta amilasa en hidrolisis de la amilosa.

Fuente: (SCHAUFLE, 2019)

Cuando se da calentamiento con temperaturas desde los 52°C la beta amilasa actúa sobre la cadena de amilosa (Ilustración 1.3.), cortando la cadena en dos grupos de glucosa (Ilustración 1.4.), para así dar lugar a la Maltosa que será la fuente de alimento durante el proceso de fermentación para las levaduras.(SCHAUFLE, 2019)

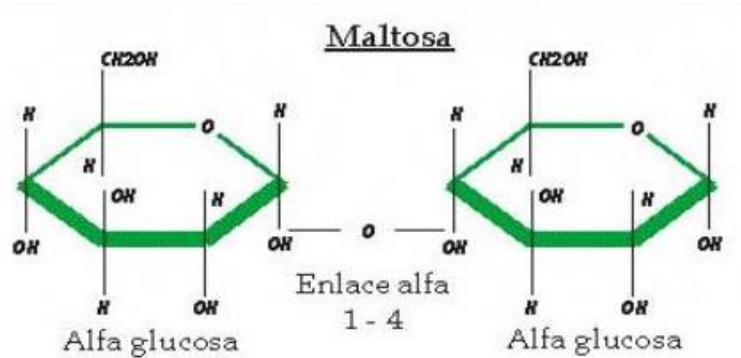


Ilustración 1.4. Formación de la maltosa como resultado de hidrólisis de la amilosa.

Fuente: (SCHAUFLE, 2019)

La hidrólisis de los almidones se la conoce como Gelatinización, con la cual dependerá de la fuente de obtención, así se tienen en diferentes cereales y tubérculos como los que se presenta en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Temperaturas de gelatinizado de almidones de acuerdo a su fuente de obtención.

ALMIDÓN	TEMPERATURA INICIAL	TEMPERATURA FINAL
	DE GELATINIZACIÓN	DE GELATINIZACIÓN
	(°C)	(°C)
MAIZ	62	72
TRIGO	58	64
ARROZ	68	78
PAPA	60	80
YUCA	50	65-100
ACHIRA	68	---

Fuente: (DE LEÓN, 2015; HERNENDEZ-MEDINA et al., 2008; SCHAUFLE, 2019)

1.3.2. Lúpulo

De nombre científico (*Humulus lupulus* L.), es una planta que se cultiva en climas templados que necesitan de un cultivo muy cuidadoso para obtener un crecimiento rápido, que por lo general requieren entre 10Kg a 15Kg de P, 60Kg a 80Kg de K y 80Kg a 90 Kg de Ca por hectárea de terreno. (HOUGH, s. f.)

Para la elaboración de cervezas se utilizan solo las flores de plantas femeninas ya que estas son las que contienen resinas y aceites que suministrarán componentes que darán amargor y aroma.



Por lo general al lúpulo se le dan ciertos tratamientos previos a su comercialización:

- **Cosecha.** Se realiza cuando la planta se suelta del alambre que ha sido sujeta, lo cual es una evidencia que ha llegado a su grado de madurez durante los primeros días del mes de agosto; se recogen los conos de las plantas o las llamadas inflorescencias femeninas mediante maquinas cosechadoras.
- **Secado.** Aproximadamente el lúpulo recién cosechado llega a tener hasta un 80% de agua, para ello se realiza el secado en secadores de banda o sobre bandejas, el mismo que se debe someter a temperatura controlada de 50°C, hasta llegar a tener un máximo de 12% de agua, para luego realizar un compactado luego y finalmente un empaquetado aislado de oxígeno y del ambiente ya que estos factores pueden influenciar en la pérdida del amargor u aroma, para lo cual se realiza un tratamiento de estabilización.
- **Estabilización.** Luego del secado se lo lleva a una prensa hidráulica en donde se realizan comprimidos cilíndricos de dimensiones de 1,1m de largo y 0,6m de diámetro, con un peso aproximado de 65Kg. Al realizar esta acción mecánica se reduce el ingreso de aire y con ello se disminuye el aumento de la humedad.
- **Comercialización.** Se transforma el lúpulo en concentrados o pellets, en empaques aislados y en condiciones de refrigeración. (KUNZE & MANGER, 2006)

1.3.2.1. Composición y propiedades del lúpulo.

El contenido de compuestos en su materia seca determinará la calidad de los lúpulos, que se pueden encontrar compuestos amargos, aceites de lúpulo, compuestos taninos, proteína, sustancias minerales, celulosa y otras sustancias.

- **Compuestos amargos.** Conforman el 18,5% de materia seca, tiene una formación de β -ácido de amargor bajo en etapas tempranas de crecimiento de la planta y que luego de la maduración una parte de estos se convierten en α -ácidos con una intensidad de amargor mucho más fuerte. Durante la conversión se pueden dar humolonas (α -ácidos) y otros compuestos como la cohumolonas, que darán características indeseables a la cerveza y es por ello que se deben controlar



que el desarrollo de estos no sea superior a un 25% de la proporción de α -ácidos generados. En los lúpulos aromáticos pueden existir α -ácidos en proporciones de 4% a 5%; mientras que lúpulos como la Northern Brewer más amargos pueden llegar a tener entre el 6% a 9% de α -ácidos, así como un contenido de cohumolonas mayores a un 30%. En la actualidad se cultivan variedades de lúpulos con contenidos de α -ácidos de 12-15% con proporción de cohumolonas inferiores al 25%, como son las variedades de Nugget, Target, Hallertauer Magnum, Hallertauer Taurus.

- ***Aceite de lúpulo.*** Se encuentra formando del 0,5 al 1,2% de lúpulo, en las cuales se pueden determinar hasta 250 substancias etereras generalmente volátiles durante la cocción. Existen monoterpenos con puntos de ebullición bajos, que de no ser eliminados pueden dar acidez al aroma del lúpulo, generando a la cerveza un aroma desagradable. Además, existen compuestos aromáticos positivos en los aceites del lúpulo como los sesquiterpenos, los β -cariofilenos y los β -farnesenos.
- ***Taninos o polifenoles.*** Forman hasta el 5% de compuestos en el lúpulo, brinda a la cerveza sensación de intensidad y amargo, pueden formar sustancias como las albuminoideas, sales de hierro (negruzcos), etc. De las cuales son las que confieren turbiedad, además de su contribución del sabor y color.
- ***Sustancias albuminoideas.*** Conforman el 20% de los compuestos presentes en la base seca de los lúpulos, estos compuestos no tienen injerencia en las propiedades finales de las cervezas. (KUNZE & MANGER, 2006)

1.3.3. Agua

El agua conforma el 90% del contenido de cerveza, que dependiendo de composición físico-química determinará la calidad del producto final y dependerá de su fuente de origen, así como la presencia de iones que se encuentren conformados. (MORAN, s. f.)

La presencia de ciertos iones como sodio, cloro y el sulfato, influyen sobre el sabor de la cerveza, sin afectar el pH del mismo. Además, las concentraciones de estos se encuentran expresados en partes por millón.



- **Calcio (Ca^{2+})**. Llega a ser el principal ion, con niveles adecuados de entre 50 ppm hasta 100ppm, debido que ayuda a un correcto desarrollo para las levaduras durante la fermentación, además de otras propiedades como sabor, transparencia y estabilidad. En el caso de ausencia de estos iones se les suele realiza una adición de sales como son $CaSO_4$ o $CaCl_2$, para que la actividad enzimática sea la correcta. Suele reaccionar con los iones fosfato que provienen de la malta, facilitado la precipitación de las proteínas, reduciendo el pH del mosto, para eliminar la turbidez.(GAVIRA, 2014)
- **Magnesio (Mg^{2+})**. Sus niveles óptimos de concentración deben encontrarse en un rango de (10 a 30) ppm, ya que sirve como nutriente para las levaduras, en caso de tener niveles superiores a los 50 ppm dan un sabor amargo, mientras que concentraciones superiores a los 125 ppm tienen efecto laxante-diurético.
- **Carbonato (CO_3^{2-}) y Bicarbonato (HCO_3^-)**. La presencia de carbonatos no debe ser superior al 1% del total de estas sales, este es el que ayuda en a aumentar el pH y neutralizar la acidez en la malta. En tanto el bicarbonato no ayuda en propiedades y debe ser controlado mediante precipitación como carbonato de calcio con la acción de calor para que sus niveles no sobrepasen los niveles dependiendo del tipo de cerveza a elaborar, así como tenemos para estilo Pale Ale (0 a 50) ppm, cervezas Ámbar Ale (50-150) ppm y para cervezas negras (150 a 250) ppm.(GAVIRA, 2014)
- **Sulfato (SO_4^{2-})**. Ayuda a que el amargor del lúpulo sea más estable, al combinarse con el calcio y magnesio. Tiene cantidades óptimas para cervezas con amargo normal (50 a 150) ppm, y para cervezas muy amargas (150 a 350) ppm. Se deben controlar concentraciones superiores a las 400 ppm ya que puede producir sabores desagradables y producir efectos laxantes. (GAVIRA, 2014)
- **Sodio (Na^+)**. Para acentuar los sabores especialmente el sabor dulce de la malta los niveles adecuados están entre (70 a 150) ppm. Los niveles por encima de las 200ppm dan sabores salados poco agradables y en combinaciones con iones sulfatos pueden producir sabores amargos ásperos. (GAVIRA, 2014)



- **Cloro (Cl).** Como cloruros en concentraciones menores a 250 ppm, brinda un sabor dulce, considerando que, en concentraciones superiores a las 300 ppm generan sabores a medicamentos, para esto el control de este ion se pueden utilizar filtros de carbón activado, hervido o un reposado al ambiente durante 12 horas.(GAVIRA, 2014)

Hay que considerar que el agua además del control de los iones también se debe tener en cuenta ciertos parámetros como, la dureza que por lo general las más ideales se encuentran en aguas blandas en concentraciones de (0 a 60) ppm como CaCO₃. El pH menor a 7 que durante la cocción el mosto llegará a obtener valores cercanos a 5,3, en las cuales las enzimas amilasas mejoran sus rendimientos obteniendo una mayor extracción de los azúcares fermentables. (GAVIRA, 2014)

1.3.4. Levadura

Son las encargadas de los procesos metabólicos para la producción de etanol y CO₂ en la elaboración de cervezas, así como también pueden determinar ciertas características como el sabor y aroma del producto final.

Se pueden distinguir dos principales tipos de levaduras, dependiendo del tipo de fermentación que se lleve a cabo, así se tienen las *Saccharomyces Cerevisiae* llamadas también levaduras de fermentación superior o del tipo Ale, asociadas a que sus temperaturas óptimas se encuentran en rangos de 10°C a 25°C. Las *Saccharomyces Pastorianus* del tipo lager conocidas como levaduras de fermentación baja porque sus temperaturas de metabolismo se las realizan a temperaturas bajas controladas inferiores a los 15°C. (GOLDAMMER, 2000)

1.3.4.1.Fases de la levadura durante la fermentación.

- **Fase de latencia.** Conocida también como fase de adaptación, que comienza luego de la inoculación de la levadura al mosto. Durante esta fase se realiza un balance en los azúcares (maltosa), oxígeno y más nutrientes que se encuentran disponibles. Se lleva a cabo una reproducción asexual con la formación de células hijas, y la presencia del oxígeno presente en el medio hasta comenzar la nueva fermentación anaerobia.
- **Fase de atenuación.** Durante esta fase que se puede extender hasta 10 días, las levaduras convierten los azúcares extraídos en el mosto en CO₂, alcohol y otros



subproductos. Aquí se forma una capa fina de espuma (kreusen), que ha sido producida por las levaduras, proteínas y resinas del lúpulo. Los niveles de azúcar disminuyen debido que las levaduras las consumen aumentando el contenido de alcohol, produciendo una sedimentación del kreusen, lo cual implicará la terminación del proceso.

- **Fase de acondicionamiento.** El periodo de duración para cervezas ALE puede durar una semana, mientras que para cervezas LAGER pueden durar meses. Se realiza la metabolización de azúcares más complejos que luego de haber cumplido este proceso se visualiza grumos llamados flóculos que se asentarán al fondo de los fermentadores. (TONSMEIRE, 2008)

1.3.4.2.Requerimientos nutricionales de levaduras.

- **Carbohidratos.** Son el resultado de la transformación del almidón por las alfa y beta amilasas presentes en la malta u otros adjuntos que contengan contenido de almidón para formar azúcares fermentables que serán la fuente principal de alimento para las levaduras, así como la formación de aminoácidos y péptidos de cadena corta por la conversión de las proteínas. Durante la fermentación de estos azúcares se tiene como resultado la formación de etanol, CO₂, y aminoácidos que ayudan a contribuir en características como el sabor y producción de espuma.
- **Nitrógeno.** Las levaduras de cerveza solo pueden consumir hasta el 45% del Nitrógeno presente en el medio fermentador, a medida que la producción de etanol se incrementa, la concentración de compuestos nitrogenados decrece hasta cuando la fermentación se detiene. Cuando la presencia de estos compuestos es baja se suelen utilizar suministros en formas de sales de nitrógeno como sulfato o fosfato de amonio.
- **Vitaminas.** Son esenciales, pero no influyen en el crecimiento celular de las levaduras, ayudan a sintetizar bajas concentraciones de compuestos como tiamina, riboflavina y niacinamida durante la fermentación. Generalmente la biotina es la vitamina de mayor importancia por ser la que participa en todas las reacciones fermentativas, así como pueden estar presentes vitaminas como ácido



pantoténico, tiamina e inositol, necesarias durante la reproducción de las levaduras.

- **Fuentes minerales.** Se encuentran en forma de fosfatos y sulfatos, generalmente los minerales más importantes son el fósforo, magnesio, potasio, sodio, manganeso, etc. Además de mínimas cantidades cobre, hierro, zinc, níquel y cromo esenciales para el metabolismo de levaduras. (AREVALO, 1998)

1.3.5. Adjuntos

Son materias primas que en la elaboración de cervezas puedan reemplazar el contenido de malta, estos pueden ser malteados o no malteados y que sean aptos para el consumo humano, considerando también a los almidones, y azúcares de origen vegetal (CAA, 2018). Como contenido de adjuntos no malteados se utilizan hasta un 20% de sustituto de malta. (KUNZE & MANGER, 2006)

- **Maíz.** Se encuentra constituido hasta un 14% de humedad y en su base seca por hidratos de carbono (almidón) hasta un 80%, proteínas 12%, aceite 5% y pequeñas trazas de fibra cruda y minerales. El almidón presente tiene una temperatura de gelatinización (60-70) °C y una estructura similar al almidón de cebada.
- **Arroz.** El grano a ser utilizado en la elaboración de cervezas es triturado con un contenido de humedad de 13% y en su base seca constituido por almidón (90%), proteínas (8%), aceite (0,4%), y cantidades pequeñas de sustancias minerales. Las estructuras del almidón son de granos poco discernibles, con temperatura de gelatinización entre (70-85) °C.
- **Cebada.** Como adjunto solo se puede llevar hasta un 20%, ya que enzimas de la malta pierden rendimientos por la falta de compuestos como el β -glucano que no se encuentra en disolución ya que su degradación durante la maceración solo es parcial, produciendo problemas durante la filtración por sólidos en suspensión.
- **Sorgo.** Su producción se centra en el continente africano, tiene un poder enzimático menor a la cebada y requiere de gran cuidado por contaminantes,



tiene un contenido en su base seca de 67% de almidón, proteínas 12,6%, y contenido de grasas 6%. El almidón se encuentra muy ligado al endospermo del grano.

- **Trigo.** Como adjunto se realiza un malteado pudiendo ser reemplazado hasta en un 60%, como resultado se obtienen cervezas más claras. Tiene un contenido de gluten característico por proteínas como la glutelina y gliadina, a diferencia de hordelina de la cebada. (KUNZE & MANGER, 2006)

1.4.ACHIRA

Pertenece a la familia Cannaceae y se la conoce como *Canna indica*, *Canna edulis*, *Canna rubricablis* o *Cana esculenta*, fue acentuada en Sudamérica, desde Colombia hasta Ecuador, y se ha ido extendiendo a más zonas de cultivo en países como México y norte de Chile.(HERNENDEZ-MEDINA et al., 2008)

1.4.1. Distribución Geográfica

Generalmente los países de mayor producción son los que se encuentran en la zona andina (Sudamérica), pero también se pueden encontrar en otros continentes como los que se muestran en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Continentes y países con presencia de achira.

CONTINENTE	PAISES DE CULTIVO
Asia	Vietnam, Tailandia e India
Oceanía	Austria y Polinesia
América tropical	Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil, Venezuela y Colombia
Centroamérica	México
Europa	Francia, Italia, Inglaterra, Alemania y España

Fuente: (CAICEDO et al., 2003)

En la Ilustración 1.5. se muestran las regiones de distribución en donde se desarrollan los cultivos:



Ilustración 1.5. Regiones de cultivo de achira en el mundo.

Fuente:(CAICEDO et al., 2003)

En Ecuador la zona de mayor producción es el Valle de Patate perteneciente a la provincia de Tungurahua, también en la provincia de Loja y en el cantón Girón (Azuay), que se utilizan en la preparación de panes, galletas, tortas, bocaditos, ya sea del procesamiento de su harina o almidón. (CASTILLO, 2016; MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO, 2016)

1.4.2. Características de la planta

- **Estructura y dimensiones.** En la Ilustración 1.6. se puede observar que tiene rizomas en forma de trompo, son abundantes que pueden llegar a medir entre (5-20) cm de largo y de ancho entre los (3-12) cm, tiene tallos que pueden alcanzar hasta los 2,5m de altura, cubierto por sus hojas que lo envuelven, las mismas que presentan características oblongadas elípticos que pueden llegar a medir 70 cm de largo y hasta 30cm de ancho y flores con racimos laxos que pueden ser de varios colores (amarillo, anaranjado, rojo).

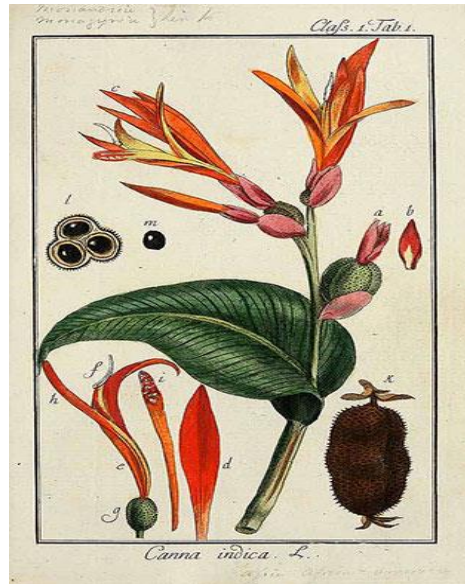


Ilustración 1.6. Representación de la estructura de la achira.

Fuente: <https://www.nybg.org/>

- **Clima.** Las zonas de cultivo más adecuadas están entre los (800 a 1850) msnm, pero también se puede llegar a cultivar hasta los 2700 msnm, con temperaturas heladas o rangos desde los (9 a 32) °C. Al ser una planta resistente puede soportar épocas de sequía y tolerar precipitaciones de hasta 1120mm.
- **Suelo.** La achira tiene un adecuado crecimiento en suelos francos, franco-arenosos o francos-limosos, con alto contenido de materia orgánica (N y P), el pH adecuado del suelo se debe encontrar de 5,0 a 6,5.(CAICEDO, 2014)

1.4.3. Almidón de Achira

Para la obtención del almidón se tiene que pasar por un proceso mecánico que consiste en el lavado de los rizomas, un rallado de los mismos y un tamizado. Posterior se deja que se decante el almidón, se realizan los lavados respectivos hasta obtener un producto limpio (aspecto blanco) en canecas, se lo seca y empaca para su distribución.

1.4.3.1.Rendimiento de obtención de almidón de achira

Los rendimientos dependen de la época en la cual ha sido realizada la cosecha y del tipo de achira que se está cultivando, así se tiene en la Tabla 1.10. rendimientos de la achira frente a su tiempo de cosecha, además que todo el proceso se debe realizar de manera mecánica para que los rendimientos de cultivo sean de mayor productividad. (CAICEDO, 2014)



Tabla 1.10. Porcentaje de almidón obtenido por periodo y tipo de cultivo.

Cultivo	6 ^{to} mes	7 ^{mo} mes	8 ^{vo} mes	9 ^{no} mes	10 ^{mo} mes
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Morada de San Agustín	9,94	8,36	8,36	8,79	5,64
Blanca de Pasto	8,25	8,19	13,25	16,54	9,63
Blanca de Isnos	6,46	8,08	10,68	9,66	4,25
Raizada de Cáqueza	7,82	7,96	13,48	11,49	5,22
Liza de Cáqueza	6,92	12,06	8,98	15,79	7,30
Roja de Cáqueza	6,64	4,87	12,55	12,74	7,42
Nativa de Altamira	8,12	9,17	8,79	15,16	5,60

Fuente: (CAICEDO, 2014)

1.4.3.2.Composición

Las composiciones pueden diferenciarse dependiendo del tipo, así se tiene en la Tabla 1.11. algunas propiedades de un estudio realizado en dos tipos de rizoma San Gab y Sandia.

Tabla 1.11. Composición de rizomas de achira para obtención de almidón.

Compuesto	San Gab	Sandia
% Humedad	77,5	82,9
% Carbohidratos	19,8	13
% Proteína	1,1	2,2
% Grasa	0,4	0,3
% Fibra	0,9	1,1
% Cenizas	1,2	1,6

Fuente:(CISNEROS et al., 2009)

Además, frente a otros almidones (maíz, papa), el contenido de amilosa y las temperaturas de gelatinización son diferentes teniéndose en la Tabla 1.12. una evaluación.



Tabla 1.12. Contenido (%) de amilosa y temperatura de gelatinización de la achira.

	%Amilosa	Temperatura de Gelatinización (°C)
Achira Sandía	33,1	67,8
Achira San Gab	39,4	67
Maíz	23,8	85,6
Papa	27,3	65,2

Fuente:(CISNEROS et al., 2009)

Teniendo estas consideraciones el almidón de achira se puede utilizar como adjunto en la elaboración de cerveza, pero no en contenidos superiores al 20% dado que no es un producto obtenido de cereales malteados.



2. METODOLOGÍA

2.1. Localización de la investigación

El diseño, preparación de materia prima, análisis físicos del almidón de achira (*Canna indica*), análisis físico-químicos de cerveza artesanal Pale Ale, fueron realizadas en los laboratorios de Alimentos y de Humidificación y Secado, mientras que el análisis microbiológico se lo realizó en el laboratorio de Aguas en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca.

2.2. Descripción del trabajo

La investigación consistió en la elaboración de cervezas artesanales, reemplazando el contenido de malta base (Pale Ale), por almidón de achira (*Canna indica*) comercial del cantón Girón en diferentes proporciones (0%, 5%, 10%, 15% y 20%).

Se realizaron los respectivos análisis físico-químicos, microbiológicos y organolépticos de las cervezas, así como las propiedades físicas del almidón.

2.3. Determinación de las propiedades físicas del almidón de achira

2.3.1. Distribución del tamaño de grano

Con la norma (ISI 32-1e, 1999), se realiza análisis granulométrico por tamices, realizándose 5 pruebas.

- ***Materiales y Equipos***

- Balanza analítica (0,1) precisión.
- Equipo tamizador HUMBOLDT
- Espátula
- Mallas (#50, #100, #200, Fondo)

- ***Procedimiento***

- De las muestras se realiza un mezclado, se lo cuarteo con la espátula, se toma dos partes del almidón cuarteado y se repite hasta obtener 150g.
- Se pesa cada tamiz, incluido el fondo, limpios y vacíos.
- Pesar 100g de los 150g de muestra recolectados.
- Se coloca la totalidad del almidón pesado sobre los tamices, se lo tapa y se lleva al equipo HUMBOLDT.
- Se prende el equipo para que comience la agitación por 10 min.



- Se retira la serie de tamices, y se agita el tamiz superior (#50) hasta que el contenido que lo atraviesa sea insignificante, posterior se pesa con el contenido de muestra retenido.
- Se repite con los demás tamices (#100, #200 y Fondo)
- Se realizan 5 mediciones para disminuir el error.
- **Cálculo de resultados**

El % retenido en cada tamiz se lo calcula con la Ecuación 2.1.

$$\% \text{Retenido}_{\text{Tamiz \#(---)}} = \frac{(\text{Peso tamiz} + \text{muestra}) - \text{Peso tamiz}}{\text{Peso muestra inicial}} * 100$$

Ecuación 2.1. Porcentaje de retenido en el tamiz.

Fuente: (ISI 32-1e, 1999)

2.3.2. Contenido de materia seca

Norma (INCOTEC, 2018), método gravimétrico que determina la pérdida de peso por calentamiento. El análisis se lo realiza por duplicado.

- **Materiales y Equipos**
 - Balanza analítica (0,01g) de precisión.
 - Crisoles de porcelana
 - Estufa de temperatura constante
 - Desecador
- **Procedimiento.**
 - De las muestras se realiza un mezclado, se lo cuartea con la espátula, se toma dos partes del almidón cuarteado y se repite hasta obtener 50g.
 - Se secan los crisoles durante 5h en la estufa a 80°C, se enfrían en el desecador y se los pesan (P1).
 - Se coloca en cada crisol vacío y seco una muestra (g) de almidón de achira (P2).
 - Llevar a la estufa los crisoles con las muestras durante 24h a una temperatura constante de 80°C.
 - Transcurrido el secado se sacan las muestras de la estufa, se las deja enfriar en el desecador por al menos 30min y se pesan los crisoles con la muestra (P3).
- **Cálculo de resultados**

Se determina mediante la Ecuación 2.2.



$$\% \text{Materia}_{\text{seca}} = \frac{(P_3 - P_1)}{(P_2 - P_1)} * 100$$

Ecuación 2.2. Porcentaje de materia seca.

Fuente: (INCOTEC, 2018)

2.3.3. Densidad aparente

Se utiliza un método en el que se utiliza la relación de un peso frente a un volumen conocido (ARISTIZÁBAL et al., 2007) . Se realiza 5 pruebas para determinar una media.

- ***Materiales y Equipos***

- Balanza analítica (0,01) g de precisión.
- Probeta de 100ml.
- Espátula y embudo

- ***Procedimiento***

- De las muestras se realiza un mezclado, se lo cuartea con la espátula, se toma dos partes del almidón cuarteado y se repite hasta obtener muestra suficiente para llenar los 100ml de la probeta.
- Pesar la probeta vacía, limpia y seca. (P1)
- Adicionar con ayuda de la espátula y el embudo el almidón de achira dentro de la probeta, hasta un volumen visible (100ml)
- Se realizan pequeños golpes a la probeta con el almidón para eliminar la porosidad entre los granos.
- Se pesa la probeta con el almidón d achira (P2).

- ***Cálculo de resultados:***

Como se muestra en la ecuación 2.3, con la condición de que en la diferencia de pesos se le debe restar el % de humedad del almidón que corresponde al restar cien menos el porcentaje de materia seca.

$$\text{Densidad}_{\text{aparente}} = \frac{(P_2 - P_1)}{100\text{ml}}$$

Ecuación 2.3. Densidad aparente.

Fuente: (ARISTIZÁBAL et al., 2007)



2.3.4. Temperatura de gelatinización

Se utiliza la técnica de Grace (1977), por calentamiento a temperatura controlada, descrita en el manual de la FAO (ARISTIZÁBAL et al., 2007). Se realiza la prueba por duplicado.

- ***Materiales y Equipos***

- Balanza analítica (0,01) g de precisión.
- Plancha de calentamiento
- Vaso de precipitación de 100ml
- Balón de aforo 100ml
- Agua destilada
- Recipiente 250ml
- Termómetro de escala (0-100) °C

- ***Procedimiento***

- De las muestras se realiza un mezclado, se lo cuartea con la espátula, se toma dos partes del almidón cuarteado y se repite hasta obtener muestra suficiente (100g).
- Se pesa 10g de almidón de achira, se coloca en el balón de aforo de 100ml y se lo completa con agua destilada, se lo homogeniza hasta que se disuelva.
- Se calienta agua en el recipiente de 250ml a una temperatura de 85°C.
- De la muestra contenida en el balón de aforo se toman 50ml de la suspensión en el vaso de 100ml.
- Se introduce el vaso con la suspensión en el agua que se encuentra a 85°C.
- Se mantiene en agitación, y con el termómetro se toma el valor en el que la muestra se gelatiniza (formación de una pasta) y mantiene su temperatura se estabiliza por unos segundos.

- ***Cálculo de resultados***

Los valores leídos directamente corresponderán a la temperatura de gelatinización.



2.4. Diseño experimental

Se toma como base 8 litros de agua para la adición de almidón de achira, malta, lúpulo y clarificante, en la mezcla total. Para lo cual la Tabla 2.13. presenta la composición del diseño sobre el cual se realizarán las mezclas.

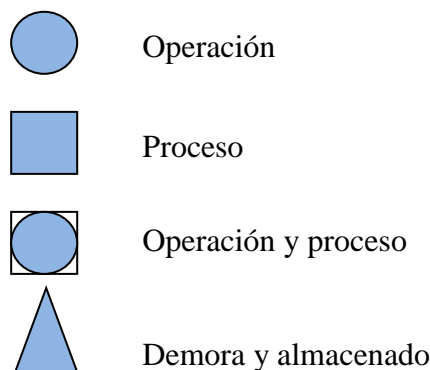
Tabla 2.13. Composición experimental.

Insumo	M1 (BASE)		M2 (5%)		M3 (10%)		M4 (15%)		M5 (20%)	
	(g)	%	(g)	%	(g)	%	(g)	%	(g)	%
Agua Pure Water	8000	81,77	8000	81,77	8000	81,77	8000	81,77	8000	81,77
Malta Pale Ale CM	1608	16,44	1527,6	15,61	1447,2	14,79	1366,8	13,97	1286,4	13,15
Malta Crystal CM	108	1,10	108	1,10	108	1,10	108	1,10	108	1,10
Malta Aroma CM	36	0,37	36	0,37	36	0,37	36	0,37	36	0,37
Almidón de Achira	0	0,00	80,4	0,82	160,8	1,64	241,2	2,47	321,6	3,29
Lúpulo Columbus (15,5%)	6,8	0,07	6,8	0,07	6,8	0,07	6,8	0,07	6,8	0,07
Lúpulo Cascade (6,7%)	15,6	0,16	15,6	0,16	15,6	0,16	15,6	0,16	15,6	0,16
Levadura SafaleUs-05	9,2	0,09	9,2	0,09	9,2	0,09	9,2	0,09	9,2	0,09
Total	9783,6	100	9783,6	100	9783,6	100	9783,6	100	9783,6	100

Fuente: Autor.

2.5. Diseños de diagramas de procesos

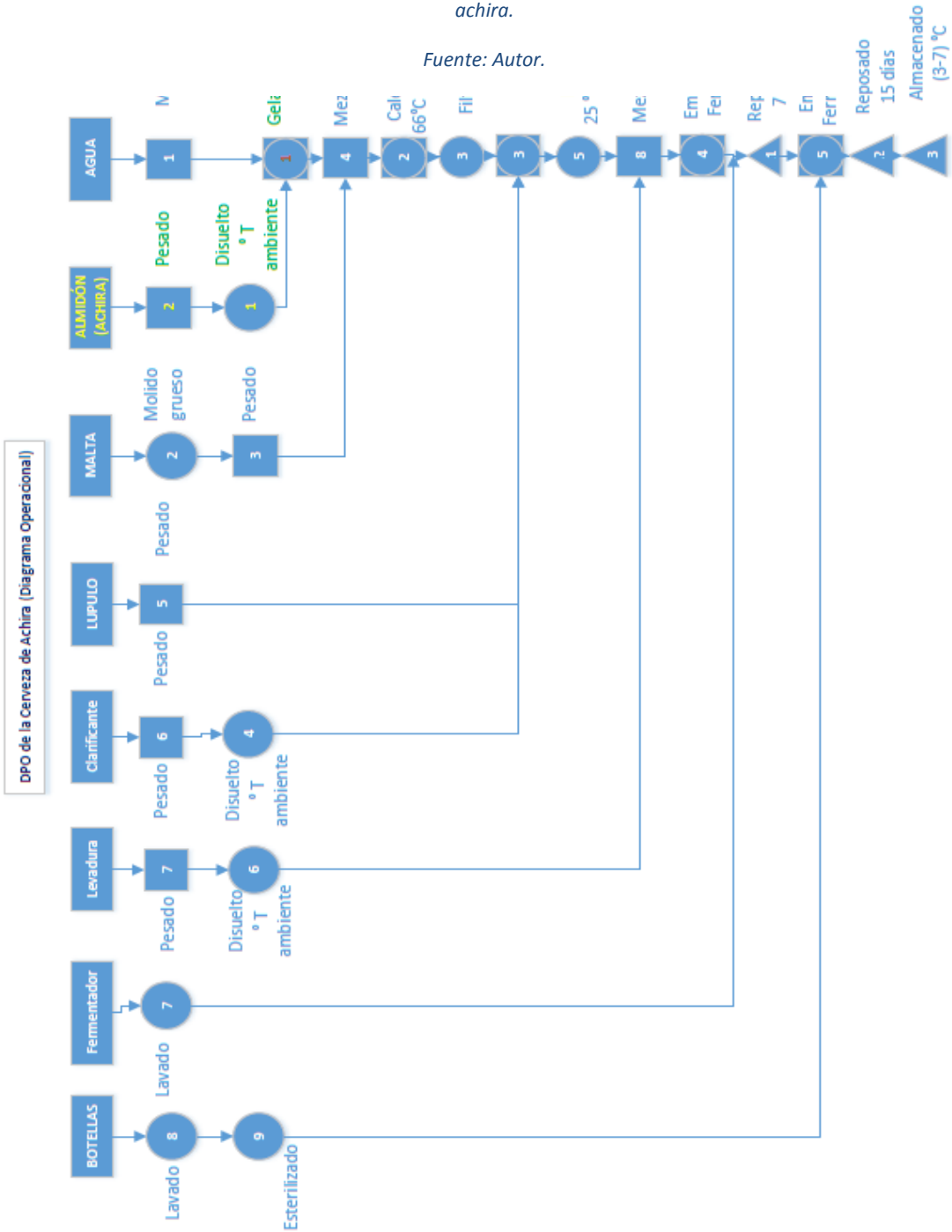
Para la elaboración de cervezas artesanales Pale Ale, se siguen los esquemas representados en la Ilustración 2.7, y la Ilustración 2.8, las cuales son DPO (Diagramas de procesos operacionales), manejándose la siguiente simbología, tanto para cervezas sin reemplazo y con reemplazo parcial de malta.



2.5.2. Diagrama de proceso para cerveza artesanal con almidón de achira

Ilustración 2.8. Diagrama Operacional de Cerveza Artesanal con almidón de achira.

Fuente: Autor.





2.5.3. Descripción del proceso de elaboración

Recepción de materia prima. En la elaboración se utilizarán maltas (base Pale Ale, Crystal y Arome), lúpulos (Columbus y Cascade) y Levadura (Safale US-05), provenientes de la empresa CERVEINSUMOS y el almidón de achira en la ciudad de Cuenca Comercial Cedillo (Miguel Ullauri 5-33 y Calle Larga), proveniente del cantón Girón. Las pruebas se realizan sobre una base de ocho litros de agua Pure Water sin gas.

Molienda. La operación se lleva a cabo en un molino manual de marca Corona, el cual tiene por objetivo moler los granos de malta (Pale Ale, Crystal y Arome), con la precaución de evitar que el molido sea fino, ya que esto puede ocasionar problemas como taponamiento de macerador y partículas en suspensión en el producto terminado.

Maceración. Sobre un recipiente de acero inoxidable, se calienta seis de los ocho litros de agua a una temperatura de 66°C, se coloca el almidón de achira pesado en la proporción de reemplazo de malta base (en el caso de no ser la prueba sin almidón), se mezcla y se colocan las maltas molidas (Pale Ale, Crystal y Arome) y se realiza un nuevo mezclado, dejándolo reposar a esa temperatura por 60min y que llevará a cabo la formación de la maltosa (azúcar soluble), producto de hidrólisis de la amilosa. Culminada la maceración se realiza el filtrado sobre una tela (limpia) que retenga gran parte de los residuos sólidos, y estos se lavan con los dos litros de agua restantes a la misma temperatura, procurando obtener la mayor cantidad de mosto.

Cocción. El mosto obtenido de la filtración se lleva a temperatura de ebullición dado a que esta acción inactivará las enzimas aun presentes, y darán las características finales como aroma y sabor, así como la esterilización del mosto. Durante el proceso de cocción se realiza el lupulado, el cual en diferentes tiempos se los agregan en diferentes cantidades, durante el minuto tres de hervido se agregan 9 gramos de lúpulo Cascade (6,7%), al minuto quince se le agregan 6,6 gramos más de lúpulo Cascade (6,7%), que serán los encargados de dar el amargor a la cerveza, mientras que durante el último minuto de hervido se adicionan 6,8 gramos de lúpulo Columbus (15,5%) es el que brinda aroma dulce a la cerveza. Además, se utilizó un agente clarificante (carragenato), que se agrega entre dos a tres gramos disueltos en agua fría sobre el hervido al minuto 57, para que ayude con la sedimentación de partículas en suspensión y con ello la eliminación de la turbidez.



Enfriamiento. El tratamiento consiste en bajar la temperatura del mosto rápidamente a valores cercanos a la temperatura ambiente (25°C), para lo cual se transfiere el mosto a un recipiente plástico limpio, y se lo introduce dentro de una cubeta de agua fría utilizando hielo para acelerar el proceso. Se realiza el control de la densidad inicial de la cual partirá la cerveza, que ayudará al posterior cálculo del grado alcohólico.

Inoculación de la levadura. Se pesa 9,2 gramos de levadura Safale US-05 en un recipiente limpio y esterilizado con alcohol, y se lo disuelve en agua pura a temperatura ambiente, se coloca sobre el recipiente que contiene el mosto atemperado y se lo mezcla con una cuchara de aluminio o acero inoxidable. Luego se tapa herméticamente el recipiente que contiene una purga (Airlock) de salida en la parte superior de la tapa, en donde se realizará la expulsión de los gases productos de la fermentación (CO_2) y se mantendrá aislado del ambiente, debido que la fermentación debe ser anaeróbica.

Primera fermentación. La acción se la realiza durante una semana en un lugar fresco y a temperatura ambiente (20°C), en ausencia de luz.

Embotellado. Se realiza en botellas ámbar de vidrio GB-4215 de 330ml de capacidad provenientes de la empresa BEERLAND Store.com. A las botellas se las somete a un esterilizado en agua hirviendo durante treinta minutos, se las deja enfriar y se coloca 2,5g de azúcar por cada 330ml, esto se realiza ya que el azúcar volverá a reactivar las levaduras y realizará una segunda fermentación para la carbonatación (formación de espuma). Durante el trasvasado al recipiente que contiene la cerveza de la primera fermentación se lo pasa en un jarrón grande por medio de una manguera esterilizada, evitando que los sedimentos sean arrastrados, se toma el valor de la densidad para el cálculo del contenido de alcohol en ese tiempo. Se llena cada botella y se lo sella con ayuda de un corchador manual y con tapas esterilizadas. Se deben identificar marcando cada una de las botellas de acuerdo a su contenido de almidón.

Segunda fermentación. Se llama así al proceso de maduración y carbonatación (formación de CO_2), que definirá la cantidad de espuma necesaria que llegará a tener la cerveza. Esto se lo realiza a temperatura ambiente durante quince días.

Almacenamiento. Transcurridas dos semanas las cervezas deben ser refrigeradas ($3-7^{\circ}\text{C}$) durante una semana para sus respectivos análisis físico-químicos y microbiológicos.



2.6. Evaluación de resultados Físico-Químicos de la cerveza

pH. Se realiza la determinación por el método según la norma NTE INEN 2325:2002, que consiste en una determinación potenciométrica del pH en una muestra de cerveza previamente desgasificada, filtrada y temperatura de 20 a 25 °C.

Determinación de la acidez total. Método de titulación potenciométrico a una muestra de cerveza desgasificada y atemperada, siguiendo los requerimientos de la norma NTE INEN 2323:2002, calculándose % Acidez total y % Ácido láctico.

Determinación de la densidad. Se lo realiza durante la elaboración utilizando un densímetro triple escala BREWMASTERS, expresada en g/cm³, el cual tiene una desviación de 0,001, y una escala de (1,000 a 1,100) g/cm³. (BREWMASTERS, 2013b). Se determina luego del enfriado del mosto durante la cocción en el proceso de elaboración ($d_{inicial}$), se vuelve a medir luego de la primera fermentación ($d_{intermedia}$) y luego de la segunda fermentación (d_{final}).

Determinación de alcohol. Se lo calcula con la ficha técnica presente en el densímetro, la cual establece la siguiente formula:

$$\%Alcohol_{\frac{v}{v}} = \frac{(d_{inicial} - d_{final}) * 1,05}{0,79} * 100$$

Ecuación 2.4. Porcentaje de alcohol en una muestra de cerveza.

Fuente: (BREWMASTERS, 2013a)

En la Ecuación 2.4. el valor de 1,05 corresponde a los gramos de alcohol etílico que se producen por cada gramo de CO₂ formado durante la fermentación y el valor de 0,79 es la densidad del alcohol etílico para calcular en %(v/v). (BREWMASTERS, 2013a)

Color y Turbidez. Las determinaciones de estos parámetros se realizan con la finalidad de evaluar el comportamiento que tienen las diferentes muestras de cervezas, con lo cual para la determinación del color y turbidez se lo realiza en un Turbidímetro marca Hach 2100AN, del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad de Cuenca.

- **Procedimiento:**

- **Preparación del equipo.** El equipo cuenta con dos lentes móviles, una para color y otra para turbidez. Para determinación del color al equipo se debe colocar el



lente de color y realizar una calibración con patrones propias del equipo. En el caso de la turbidez, se cambia la lente sin requerimiento de calibración.

- **Color.** Se realiza una dilución de las muestras de cervezas, tomando 10cm^3 de cada una y colocándolas en un balón de aforo de 100cm^3 , luego se completa la diferencia hasta el aforo con agua destilada. Se homogeniza y se coloca en un cilindro que debe estar limpio y seco, para la determinación del valor y se inicia la determinación a (455nm). Posterior a ello se toma el dato medido que se encontrará en UTC y se calcula el valor real multiplicando el valor medido por el factor de dilución (10).
- **Turbidez.** A las muestras de cervezas no se les realiza dilución y se las mide directamente en el equipo, que se le debe cambiar el lente de turbiedad y la configuración del equipo. Se colocan las muestras de cervezas en los cilindros limpios y secos, se determina el contenido de sólidos en suspensión en NTU y se registran los valores para su evaluación.

2.7. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se lo realiza con una determinación de la normativa NTE INEN 1529, el cual sigue el requerimiento de la norma NTE INEN 2262:2013, se realiza la pasteurización a una cerveza base y una cerveza con contenido de almidón, que haya pasado las pruebas físico-químicas y sensoriales ideales.

La pasteurización se la lleva a cabo con la finalidad de evaluar el comportamiento de los mohos y levaduras dentro de la botella debido a que en cervezas artesanales los valores en UPC/ml son variables y de gran cantidad, para lo cual a las mismas se las somete a un baño de agua a una temperatura de 65°C durante 22 minutos que es el tiempo en el que el calor llega a una temperatura interna de 60°C , (BHUVANESWARI & ANANDHARAMAKRISHNAN, 2014), que supondrán la inactivación de estos microorganismos.

2.8. Evaluación sensorial mediante encuestas

Se realiza una evaluación sensorial mediante encuestas, para lo cual el tamaño de la muestra se calcula con la Ecuación 2.5.



$$n = \frac{Z_0^2 * p * q}{d^2}$$

Ecuación 2.5. Número de encuestas.

En donde:

- Z_0 : nivel de confianza
- P: probabilidad de éxito
- Q: probabilidad de fracaso
- D: Precisión (error máximo admisible)

En la encuesta (Anexo 1) se realizan preguntas basadas en el consumo de cervezas artesanales y su frecuencia, además cuentan con la evaluación sensorial que tiene criterios (aspecto, amargor, sabor, percepción del contenido alcohólico, espuma y aroma). Consta de una selección del producto de mayor agrado y la respectiva valoración de compra y precio dispuestos a ser adquiridos en el mercado de una cerveza en una presentación de botella de 330ml de contenido.

2.9. Optimización del producto

Luego de evaluar las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de las cervezas se realizará un análisis (optimización) del producto de mayor aceptación con almidón de achira, que contendrá un análisis económico haciendo comparación a la cerveza sin el contenido del mismo (base).



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis físicos del almidón de achira

3.1.1. Distribución del tamaño de grano

De las 5 pruebas (A1, A2, A3, A4 y A5) presentadas en la Tabla 3.14, cerca del 86% del almidón de achira pasa por la malla #100. Quiroga Ledezma (2009), determinó que el tamaño de grano del almidón de achira, se encuentra en un rango de (25-100) μ m, para lo cual en la elaboración de cervezas se utilizó el contenido retenido en la malla #200 y el fondo.

Tabla 3.14. Análisis granulométrico del almidón de achira.

MALLA	A1 (%)	A2 (%)	A3 (%)	A4 (%)	A5 (%)	PROM
#50 (297 μ m)	11,7	10,8	11,5	10,7	11,6	11,3
#100 (149 μ m)	2,7	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6
#200 (74 μ m)	3,3	3,6	3,1	3,4	3,5	3,4
FONDO	82,3	83	82,9	83,4	82,3	82,8
	100	100	100	100	100	100

Fuente: Autor

3.1.2. Contenido de materia seca

Utilizando la Ecuación 2.2. se determinó el contenido de materia seca (Tabla 3.15) del almidón de achira del cantón Girón, teniendo un promedio de 83,47%, siendo un valor bajo, ya que por lo general el contenido de humedad presente en almidones de achira suelen encontrarse en rangos de (6 a 16) % (YARURO, 2018). Considerando que dependen de factores como la región, modo y tiempo de almacenamiento, se debe controlar en caso de almacenado a largo plazo, dado que en valores inferiores al 87% la FAO indica que puede producirse una contaminación con hongos y otros microorganismos.(ARISTIZÁBAL et al., 2007)

Tabla 3.15. Determinación del contenido de materia seca del almidón de achira.

Peso (g)	Muestra 1	Muestra 2
P1	28,0421	22,1305
P2	30,0471	25,1339
P3	29,7177	24,6345
%Materia seca	83,57%	83,37%

Fuente: Autor



3.1.3. Densidad aparente

La Tabla 3.16. indica el promedio de las cinco pruebas realizadas, el cual tiene como densidad aparente de $0,6512 \text{ g/cm}^3$, la misma que se determinó restando el contenido de humedad presente. Comprobándose que se encuentra dentro del rango de 0,63 a $0,71 \text{ g/cm}^3$ lo cual determina una buena calidad del almidón de achira según Caicedo et al.,(2003).

Tabla 3.16. Densidad aparente del almidón de achira.

Parámetro	Valor
Peso muestra húmeda (g)	81,65
%Humedad	16,53
Peso muestra seca (g)	68,12
Volumen probeta (cm^3)	100
Densidad aparente (g/cm^3)	0,6512

Fuente: Autor.

3.1.4. Temperatura de gelatinización

De las dos pruebas realizadas se obtuvieron temperaturas de gelatinización $62,4^\circ\text{C}$ y 63°C respectivamente, las cuales son evidencia de lo propuesto por YARURO (2018), que en países sudamericanos como Colombia y Brasil, los almidones de achira tienen un rango de gelatinización de $63,3$ a $70,08^\circ\text{C}$. Además, al conocer este valor se sabe que durante el proceso de elaboración de cerveza no se necesitará más de los 66°C que se realizan en la maceración para la conversión de sus azúcares (amilosa) en azúcares fermentables.

3.2.Resultado de los análisis físico químicos de las cervezas

La Tabla 3.17. muestran los resultados de las mezclas de malta base de cebada con el almidón de achira, siendo M1 la cerveza sin reemplazo, mientras que M2, M3, M4 y M5 corresponden a las variaciones del 5%,10%, 15% y 20% reemplazadas respectivamente.

Tabla 3.17. Resultados de análisis físico químicos de las cervezas.

	pH	Acidez Ácido Láctico (%m/m)	Densidad Inicial (g/cm ³)	Densidad Intermedia (g/cm ³)	Densidad Final (g/cm ³)	%Alcohol (v/v)
M1(Base)	4,17	0,022	1,053	1,012	1,012	5,4
M2 (5%)	3,87	0,018	1,042	1,01	1,008	4,5
M3(10%)	3,73	0,021	1,042	1,008	1,008	4,6
M4(15%)	3,91	0,024	1,05	1,016	1,013	4,8
M5(20%)	3,87	0,022	1,06	1,02	1,017	5,6

Fuente: Autor

3.2.1. pH

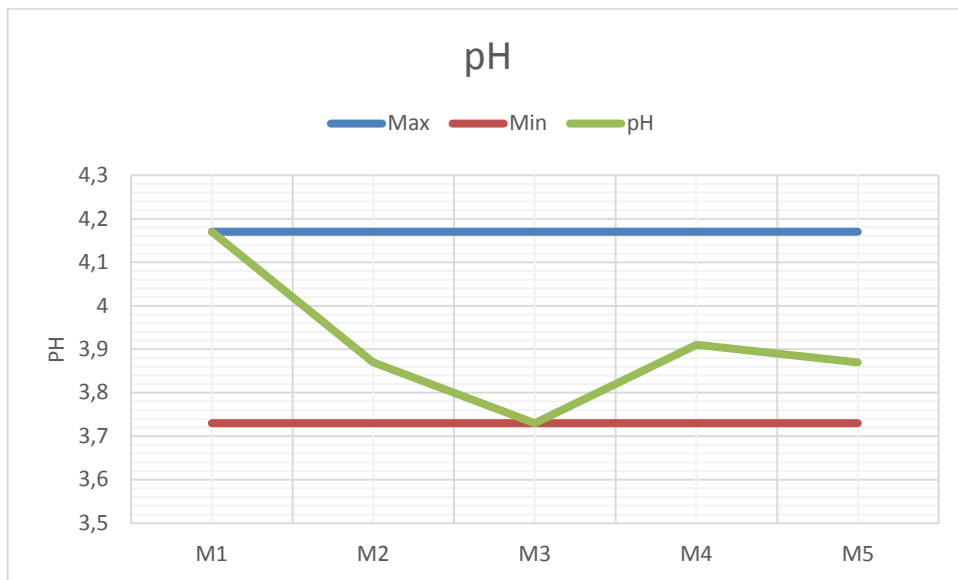


Ilustración 3.9. Resultados obtenidos del factor pH.

Fuente: Autor.

Los resultados de la gráfica de líneas (Ilustración 3.9.), muestran una variación significativa en el factor pH, en la cual se observa el comportamiento de este factor, por lo que al utilizar almidón de achira en diferentes proporciones reemplazando el contenido de malta base los valores llegan a tener un rango de pH entre 3,73 a 3,91 en relación a la cerveza sin reemplazo que tiene un valor de pH de 4,17.

Existen evidencias de que al utilizar almidones en reemplazo de maltas disminuyen este valor, así lo demuestran CEDEÑO & MENDOZA (2016), que al utilizar malta y almidón de papa (relación 80:20), obtuvieron valores de 3,75 a 4,01 en comparación a



su testigo que tiene una valor de 4,32. Además, BAZANTE (2015) en la elaboración de cervezas utilizando almidones de tubérculos andinos de oca y camote (relación malta/almidón 50:50), obtuvo valores de pH de 3,89 y 4,06 respectivamente frente al 4,48 de pH en su cerveza testigo.

Los valores obtenidos cumplen con el requerimiento establecido por la normativa NTE INEN 2262:2013, que establece como rango de pH entre 3,5 a 4,8 para cerveza, pero Kunze & Manger (2006), en su libro plantea que el rango de valores ideales para una cerveza debe encontrarse entre 4,2 a 4,6, ya que pH inferiores a 4,1 producen sabores más ácidos que deben ser evitados.

La disminución significativa del pH en el producto final, puede deberse a la condición de que al utilizar almidón de achira con una cantidad de lípidos (sin degradar), en reemplazo de malta base que ha cumplido con el proceso de germinado, en donde los lípidos rompen los enlaces éster, liberando glicerol y ácidos grasos, que por oxidación se genera ATP (Adenosín trifosfato) como fuente de energía para el embrión durante el desarrollo (germinado), disminuyendo y transformando estos lípidos que no se encontraran presentes durante la fermentación según NAVARRO et al. (2003).

3.2.2. Acidez

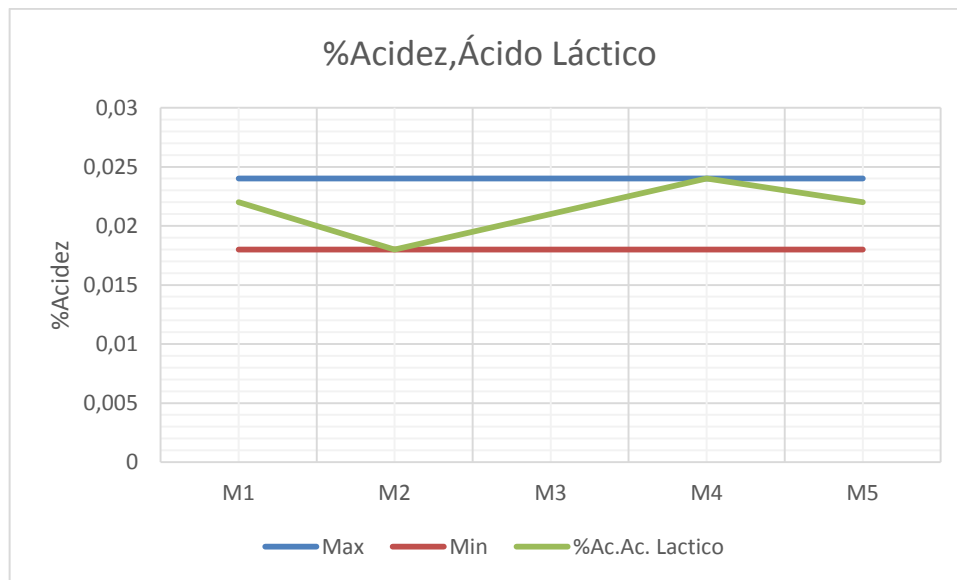


Ilustración 3.10. Acidez total, expresada como ácido láctico.

Fuente: Autor.

La acidez total determinada como porcentaje de ácido láctico no es variable, como se observa en la Ilustración 3.10. (gráfico de líneas), se nota un rango de valores de



0,018% (M2) a 0,024 (M4), considerando que la muestra base M1 (sin almidón de achira) tiene un valor de 0,022 al igual que la muestra de cerveza M5 que es la que contiene el 20% de reemplazo.

Según la normativa NTE INEN 2323:2002, la acidez total expresada como ácido láctico (% m/m) no debe ser superior a 0,3%, lo cual todas las muestras de cervezas cumplen con el requerimiento establecido. Además, GARCÍA (2015) en su investigación describe que valores superiores a la normativa indicarían la presencia de cantidades altas de ácidos orgánicos como el ácido carbónico, ácido acético, ácido láctico y ácido succínico, produciendo resultados organolépticos indeseables.

3.2.3. Densidad

La densidad se la puede determinar cómo la cantidad de sólidos disueltos (azúcares) en agua, por lo cual para la elaboración de cervezas estos azúcares son obtenidos generalmente de los almidones de malta u otros adjuntos. En la Tabla 1.8. se presentó que en la malta el 79% correspondían a carbohidratos, y de estos el 25% como amilosa. Además, el almidón de achira por investigaciones puede llegar a tener un valor promedio del 36% en su contenido como amilosa (CISNEROS et al., 2009). Considerando lo anterior en la Tabla 3.18. se realizó un cálculo teórico de la cantidad de amilosa que proporcionarían la malta base Pale Ale que está siendo reemplazada y el almidón de achira utilizado en las diferentes pruebas.

Tabla 3.18. Gramos de amilosa proporcionados por materia prima en las pruebas.

	M1 (0% almidón)	M2 (5% almidón)	M3 (10% almidón)	M4 (15% almidón)	M5 (20% almidón)
Malta Pale Ale (g de amilasa)	315,57	299,79	284,013	268,2345	252,456
Almidón de achira (g de amilasa)	0	24,92	49,848	74,772	99,696
Total (g de amilasa)	315,57	324,72	333,861	343,0065	352,152

Fuente: Autor.

De la Tabla 3.17, se observa un aumento de la densidad, viéndose que a pesar que existe una mayor cantidad disponible de amilosa en las muestras M2 y M3 su valor es menor con respecto a M1 y puede deberse que los gránulos del almidón no liberen la totalidad

de los mismos, mientras que en M4 y M5, existe una compensación reflejando aumento de la densidad con los valores presentados.

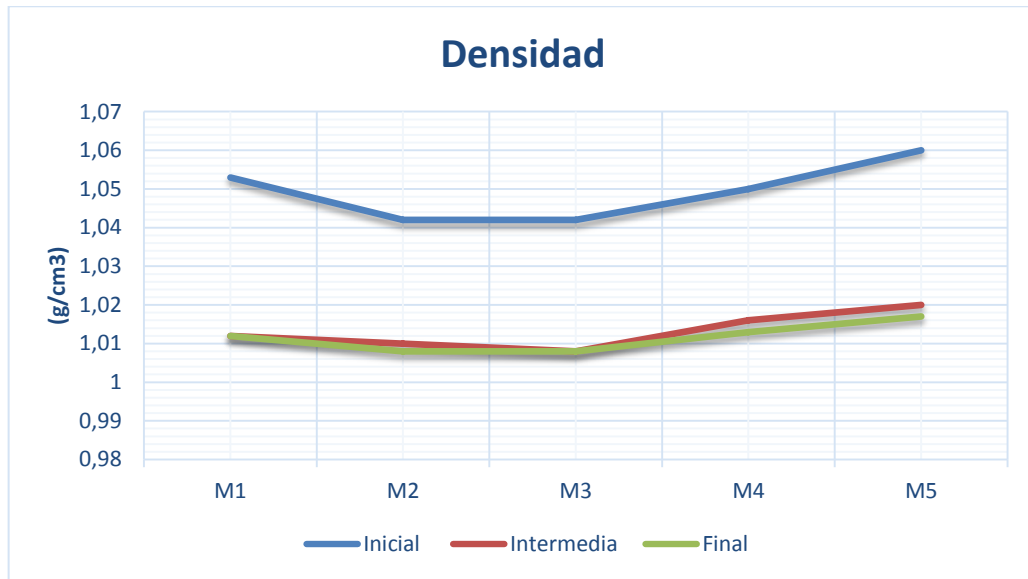


Ilustración 3.11. Resultados de densidad de las cervezas.

Fuente: Autor.

Mediante el análisis gráfico de la Ilustración 3.11. se diferencia un cambio en todas las pruebas realizadas, observándose que en la prueba base M1 parte de una densidad inicial de mosto (línea azul) de $1,053 \text{ g/cm}^3$, y a medida que se realiza el reemplazo de almidón de achira en las diferentes pruebas este valor desciende en M2 (5% almidón) y M3 (10% de almidón) con valores de $1,042 \text{ g/cm}^3$; en tanto que en M4 (15% de almidón) el valor aumenta a $1,050 \text{ g/cm}^3$ y en la última prueba M5 (20% de almidón) llega a tener un valor de mosto de $1,060 \text{ g/cm}^3$.

Luego de la primera fermentación previo al embotellado se determinó que la densidad intermedia (línea naranja), mantiene similitud que la curva de densidad inicial (línea azul), pero con valores más bajos M1 ($1,012 \text{ g/cm}^3$), M2 ($1,01 \text{ g/cm}^3$), M3 ($1,008 \text{ g/cm}^3$), M4 ($1,016 \text{ g/cm}^3$) y M5 ($1,02 \text{ g/cm}^3$); mientras que la densidad final (línea verde), terminada la etapa de maduración y carbonatación existe un cambio mínimo en los valores anteriores.

Reemplazar malta base por adjuntos genera un cambio en la densidad, así lo demuestra TIRADO & ZALAZAR (2018) determinando que la densidad de las cervezas se ve afectada al reemplazar banano en diferentes proporciones al contenido de malta, ya que

en un 25% de reemplazo, la densidad final fue de $1,025\text{g/cm}^3$, frente al $1,019\text{ g/cm}^3$ obtenidos en su cerveza base; en tanto que CEDEÑO & MENDOZA (2016), en la elaboración de cervezas a partir de almidón de papa, obtuvieron densidades superiores entre ($1,011$ a $1,021$) g/cm^3 , con respecto a su muestra testigo que tenía un valor de $1,010\text{ g/cm}^3$.

3.2.4. Alcohol

Los contenidos de alcohol obtenido en las diferentes cervezas se muestran en la gráfica de barras (Ilustración 3.12.)

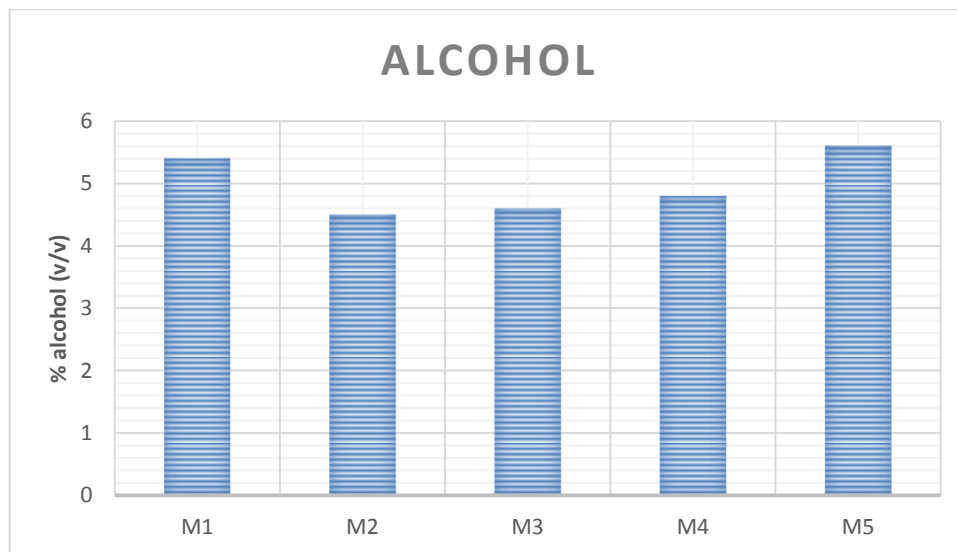


Ilustración 3.12. Resultados de contenido de alcohol en las cervezas.

Fuente: Autor.

Los requerimientos de la normativa NTE INEN 2262:2013, establecen rangos de alcohol de 1 a 10 % (v/v), con lo cual todas las pruebas cumplen con estos valores ya que M1 obtuvo un valor de 5,4%, M2 (4,5%), M3 (4,6%), M4 (4,8%) y M5 (5,6%), siendo la prueba M5 con mayor valor alcohólico, ya que al tener una densidad superior inicial en el mosto obtuvo un valor superior a la de la prueba base M1. Además, se evidencia un comportamiento en la Ilustración 3.12. similar a la curva de la densidad evidenciando la relación densidad/alcohol durante la fermentación.

Reemplazar más del 20% de maltas aumenta el contenido alcohólico, así lo determinaron TIRADO & ZALAZAR (2018), que reemplazando banano en 25%, 50% y 75% se obtienen grados de alcohol % (v/v) de 5,78, 7,11 y 7,96 respectivamente en relación a su testigo con 4,8%. También GARCÍA (2015) obtuvo resultados superiores

en cervezas reemplazando malta en un 50% por almidones de oca y camote, teniendo 3,7% en contenido alcohólico frente a su base que contenía 2,2.

3.2.5. Color y Turbidez

De la Tabla 3.19, se encuentra los resultados de las lecturas en el turbidímetro HACH 2100 AN, tanto para color como para turbidez

Tabla 3.19. Resultados de color y turbidez de las cervezas.

	Color (UC)x10	Turbidez (NTU)
M1	299	32,6
M2	255	5,99
M3	230	6,31
M4	243	13
M5	375	13,9

Fuente: Autor

Color. Los resultados de color tienen un comportamiento similar a los resultados de la densidad y grado alcohólico, con lo cual el valor más alto se da en la M5 (20%), sabiendo que el color proviene de la reacción química de Maillard, producto del calentamiento e interacción de los aminoácidos con compuestos como (hidratos de carbono, aldehídos y cetonas). Según MORALES (2018) se tiene como resultado melanoidinas, que son las que brindan el color desde amarillo a marrón en las cervezas dependiendo su tipo.

A pesar de que los valores no son muy cercanos en la medición, se observa que en la Ilustración 3.13. no se puede apreciar de manera visual esta diferencia, más que una consideración de color ámbar en todas las muestras.



Ilustración 3.13. Muestras de cervezas para determinación de color y turbidez.

Fuente: Autor

Turbidez. En la gráfica de barras (Ilustración 3.14.), se nota una gran diferencia entre los valores de turbidez los cuales para la muestra base M1 tiene un valor de 32,6 NTU, mientras que el valor más bajo se obtuvo en M2 (5%), con 5,99 NTU y de manera progresiva los valores aumentaron a 6,31, 13 y 13,99 NTU en M3 (10%), M4 (15%) y M5 (20%), respectivamente.

SUAREZ (2013), hace referencia que en cervezas u otras bebidas alcohólicas, la turbidez se debe a la formación de complejos entre proteínas y poli fenoles formando taninos, que se muestran como evidencia partículas coloidales en suspensión. La malta al tener entre (8-12) % de proteínas, se comprueba como resultado en la muestra M1 (base) una mayor turbidez, frente a las pruebas elaboradas con almidón de achira (M2, M3, M4 y M5), que tiene contenidos de proteína inferiores (1-2,2) %, con resultados menores.

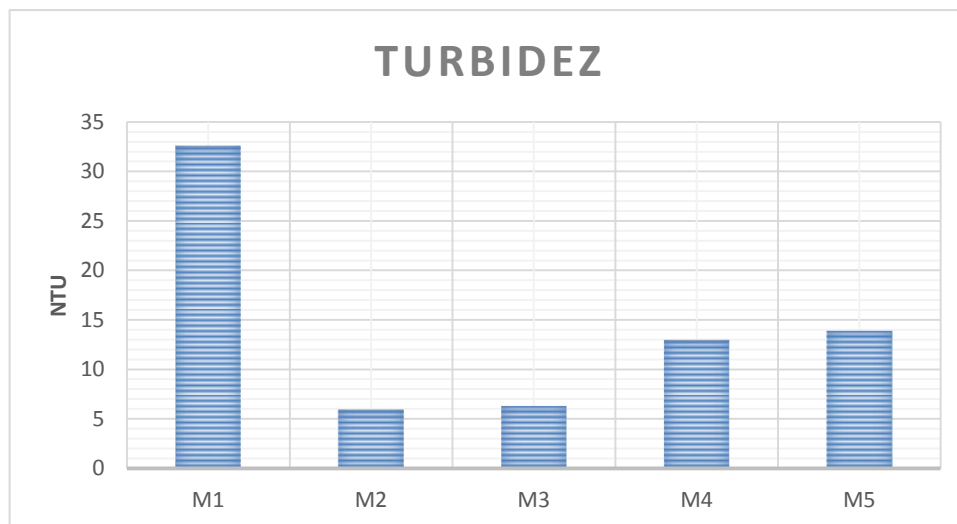


Ilustración 3.14. Gráfica de barras de resultados de turbidez de cervezas.

Fuente: Autor.

3.3. Resultados del análisis microbiológico

Tabla 3.20. Resultados de Análisis microbiológicos.

Muestra	Parámetro	Método	Unidad	Resultado
M1 (1P)	Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529	UPC/ml	10
M5 (5P)	Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529	UPC/ml	20

Fuente: Autor.

En la Tabla 3.20., 1P y 5P, corresponden a la codificación de las muestras que fueron entregadas al laboratorio para los respectivos análisis.



Los resultados muestran que la cerveza sin almidón de achira M1 cumple con los parámetros establecidos por la normativa NTE INEN 2262:2013, al tener 10 UPC/ml mientras que la muestra M5 tiene el doble del valor (20 UPC/ml), lo cual indica que el tratamiento de pasteurización propuesto por BHUVANESWARI & ANANDHARAMAKRISHNAN (2014), no garantiza la eliminación o inactivación de estos microorganismos. Para lo cual el tratamiento puede realizarse durante un periodo de 30 min, según la misma investigación, ya que el control de estos microorganismos se debe considerar para determinar el tiempo de vida útil para consumo.

La gran presencia de mohos y levaduras según RECALDE (2017), se debe que existe una mala filtración o por condiciones de que cervezas artesanales tienen grandes cantidades de estos microorganismos, con lo cual de su investigación, sus resultados en cervezas sin pasteurizar fueron a los 30 días en diferentes condiciones de temperatura (7°C, 20°C y 30°C), valores de $9,2 \times 10^6$, $6,8 \times 10^5$, $2,3 \times 10^4$ UFC/ml respectivamente, considerando que se trata de cervezas tipo lager, en las cuales las levaduras tienden a reproducirse mejor en condiciones de frío.

3.4. Resultados de encuestas

3.4.1. Tamaño de muestra

Con la ecuación 2.5. se determinó a un nivel de confianza del 95%, Z_0 tiene un valor de 1,96, con una probabilidad de éxito del 95% y un 5% de probabilidad de fracaso, y con una precisión del 5%, se obtuvo un total de encuestas (n):

$$n = \frac{1,96^2 * 0,95 * 0,05}{0,05^2} = 73$$

Se determinaron que 73 es la cantidad mínima de encuestas que se deben realizar para que los resultados sean considerados aceptables, pero se planteó una base de 100 encuestas para un mejor análisis.

3.4.2. Edad y género

Del total de las 100 encuestas se realizadas a personas mayores de 18 años se obtuvo un rango de edades comprendido de 18 a 35 años. De los cuales el 48% correspondió a mujeres, mientras que el 52% a hombres (Ilustración 3.15).

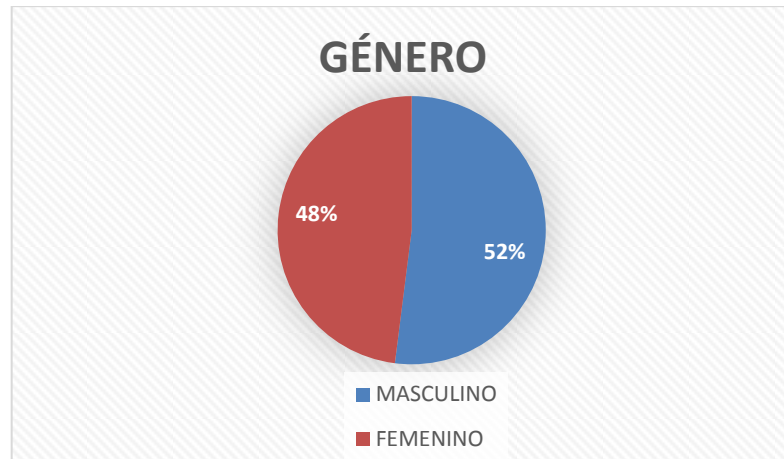


Ilustración 3.15. Resultados de género.

Fuente: Autor.

3.4.3. Consumo y frecuencia de cervezas artesanales

Al evaluar a los encuestados el consumo de cervezas artesanales, se determinó (Ilustración 3.16.), que el 72% de los mismos sí consumían este tipo de bebidas, mientras que el 28%, aseguro no hacerlo.

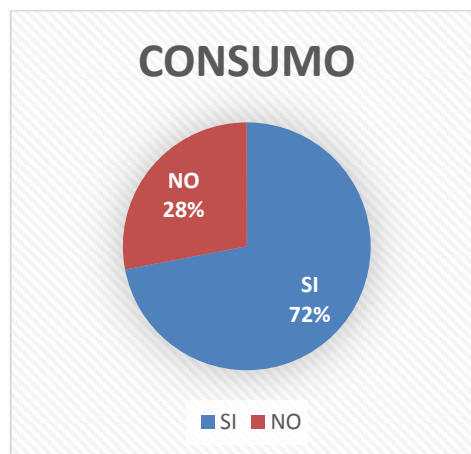


Ilustración 3.16. Pregunta 1. ¿Consumes Ud. cerveza artesanal?

Fuente: Autor.

Del 72% se evaluó la frecuencia en que estos la consumían, y se obtuvo que el mayor consumo de estas bebidas es mensualmente con el 58%, seguida del 17% para un consumo semanal, un 13% en relación a otro (cada 3,4,5 o 6 meses), dos veces a la semana con un 11% y el 1% lo consumía diariamente.

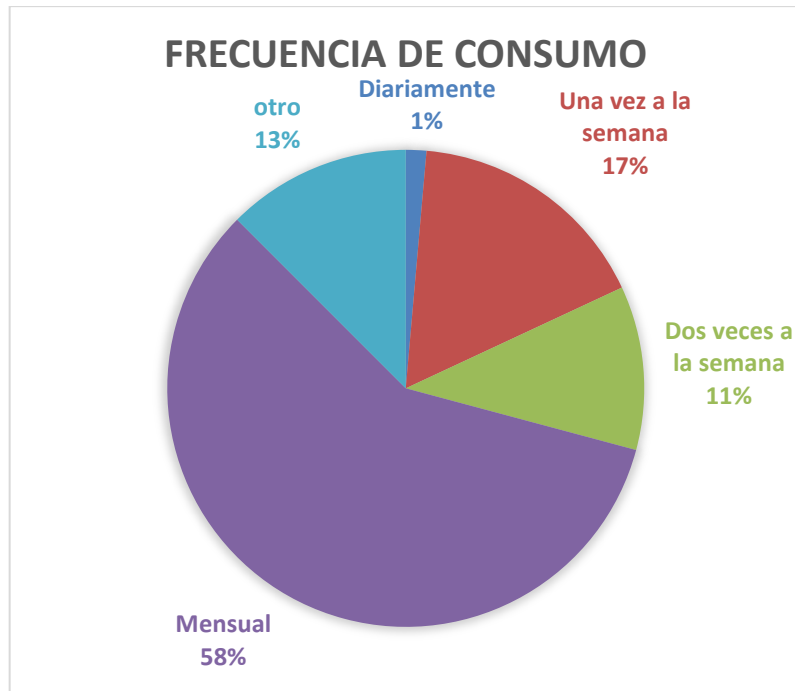


Ilustración 3.17. Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia la consume?

Fuente: Autor.

3.4.4. Análisis sensorial

Se tomó como referencia para los diferentes análisis parte de la encuesta diseñada por SUAREZ (2013), ya que los parámetros permiten evaluar con mayor facilidad las diferencias de las pruebas de cervezas.

3.4.4.1. Aspecto

De acuerdo al aspecto se establecieron campos en los cuales los encuestados determinaban la impresión visual de las diferentes cervezas (M1, M2, M3, M4 y M5), en donde las cualidades propuestas fueron opaca (no permite ver a través de ellas), turbia (contiene partículas en suspensión), clara (no contiene partículas en suspensión) y cristalina y transparente (asemejando a un agua limpia).

El gráfico de columnas agrupadas (Ilustración 3.18.), muestra que en las muestras con almidón de achira (M2, M3, M4 y M5) la característica Clara es la más relevante, a diferencia de M1, que a pesar de que su aspecto tenga un 37% en Claridad, un 32% lo determino como turbia (se observaron mayor cantidad de partículas en suspensión), lo cual evidenciarían los resultados del análisis físico-químico de turbidez.

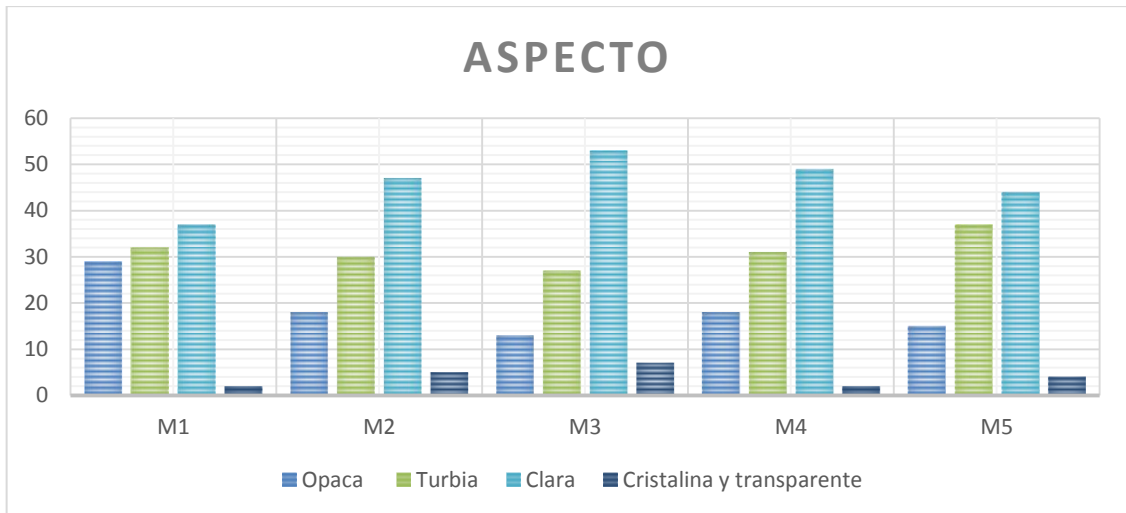


Ilustración 3.18. Pregunta 3. Aspecto.

Fuente: Autor.

3.4.4.2. Amargor

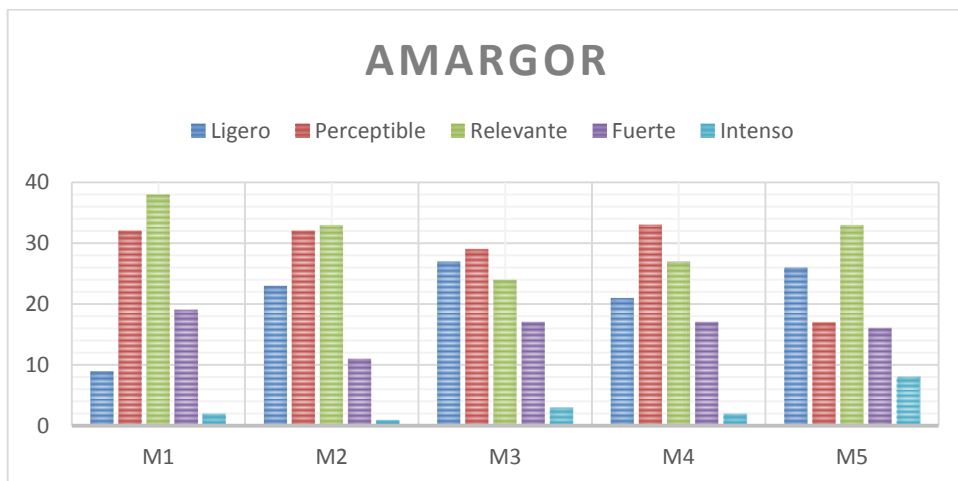


Ilustración 3.19. Pregunta 4. Amargor.

Fuente Autor.

Los resultados en la categoría de amargor en las diferentes pruebas con el gráfico de columnas agrupadas (Ilustración 3.19.), muestra que en M1, M2 y M5 su sensación fue relevante, en tanto que en M3 y M4 perceptible. A pesar de haber recibido la misma cantidad de lúpulos que influyen en el amargor se considera que cada evaluador tiene su propia manera de percibir sabores, colores, olores, etc., dado que no han recibido ningún tipo de capacitación.

3.4.4.3.Sabor

En cuanto a la percepción del sabor se propusieron cuatro categorías, sabor dulce (sensación suave en la boca), ácido (se siente un sabor picante), cereal (sabor similar a granos de malta o cebada), y un sabor frutal.

En la Ilustración 3.20. (gráfico de columnas agrupadas), la categoría de sabor cereal es el que más se notó en M1, la cual comienza a descender en M2 y M3, en tanto que la sensación de sabor ácido comienza a ser más relevante. En M4 y M5 existe una representación por sabores cereales, pero también sabores ácidos cercanos.

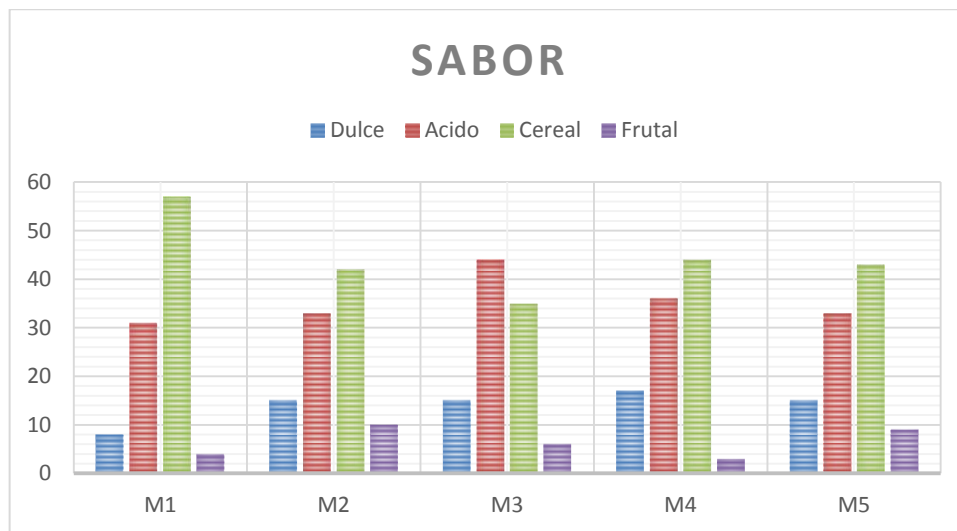


Ilustración 3.20. Pregunta 5. Sabor.

Fuente: Autor.

3.4.4.4.Percepción del contenido alcohólico

En M1 de la Ilustración 3.21. los catadores la categorizaron como perceptible (se puede sentir en cantidad normal), la cual en M2 su resultado fue ligero, para M3 y M4 al igual que M1 (perceptible), y para M5 fue más relevante la sensación.

Lo cual evidencia los resultados de la cantidad de grado alcohólico a M5 de mayor cantidad con 5,6% (v/v), frente a todas las otras pruebas.

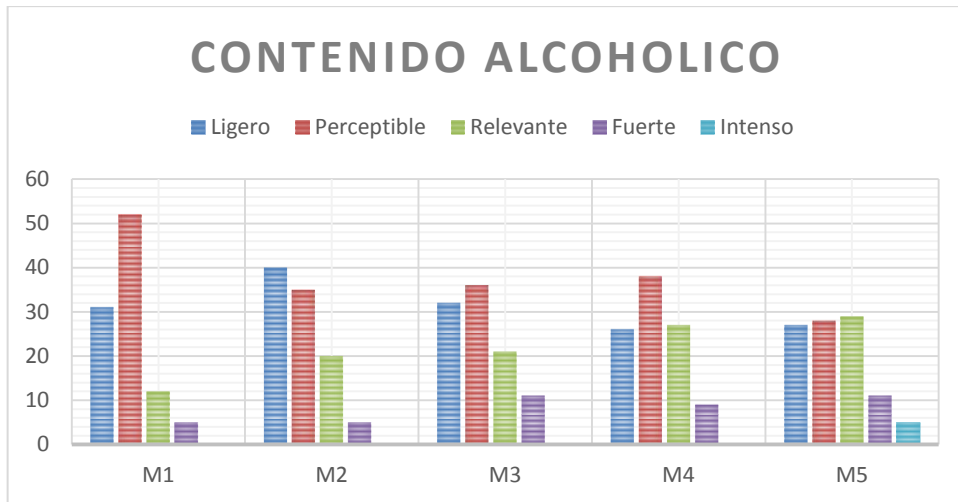


Ilustración 3.21. Pregunta 6. Percepción del contenido alcohólico.

Fuente Autor.

3.4.4.5. Aroma

La percepción del aroma se propusieron cuatro categorías, dulce (olor suave), ácido (se siente un olor picante), cereal (olor similar a granos de malta o cebada), y un olor frutal.

De los cuales como resultado en las pruebas M1, M2, M3 y M4 el aroma a cereal fue el más dominante, mientras que en M5 la categoría dulce fue la que tuvo mayor predominancia por un punto a la categoría de aroma cereal.

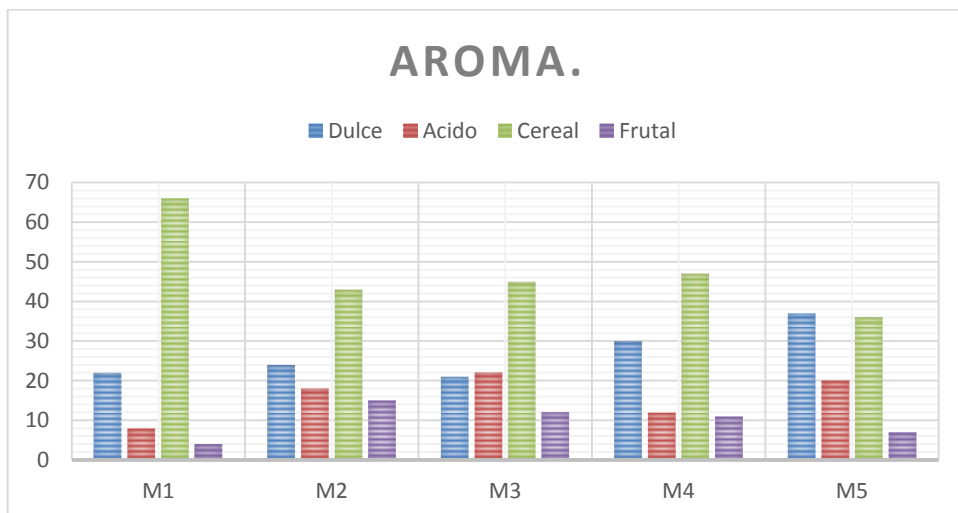


Ilustración 3.22. Pregunta 7. Aroma.

Fuente Autor.

3.4.4.6. Percepción de la espuma

En todas las muestras de la Ilustración 3.23., se evidenció que la espuma se encontraba en un estado adecuado dado que las categorías de ligero y perceptible tenían mayor puntaje, lo cual evidencia el resultado de una buena carbonatación.

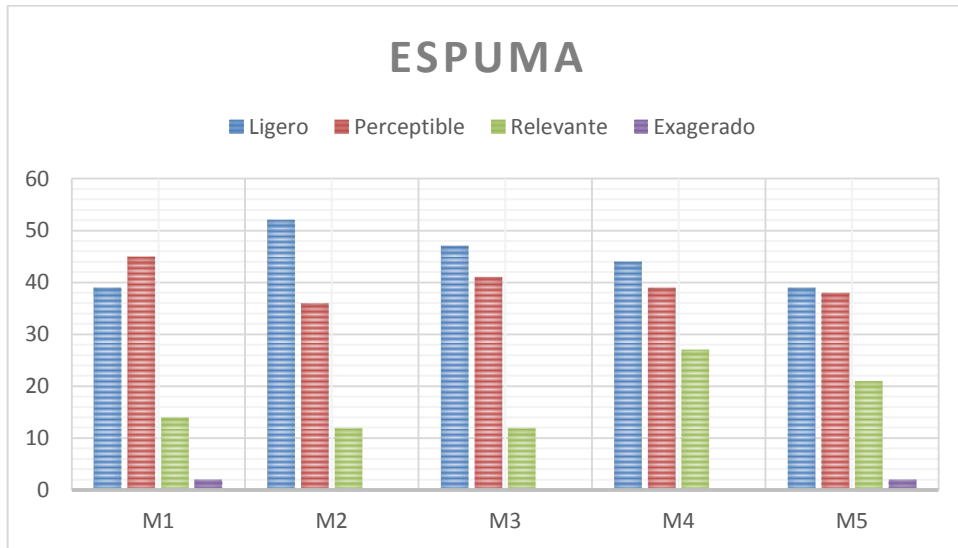


Ilustración 3.23. Pregunta 8. Percepción de la espuma.

Fuente: Autor.

3.4.5. Aceptación del producto

Producto de mayor aceptación

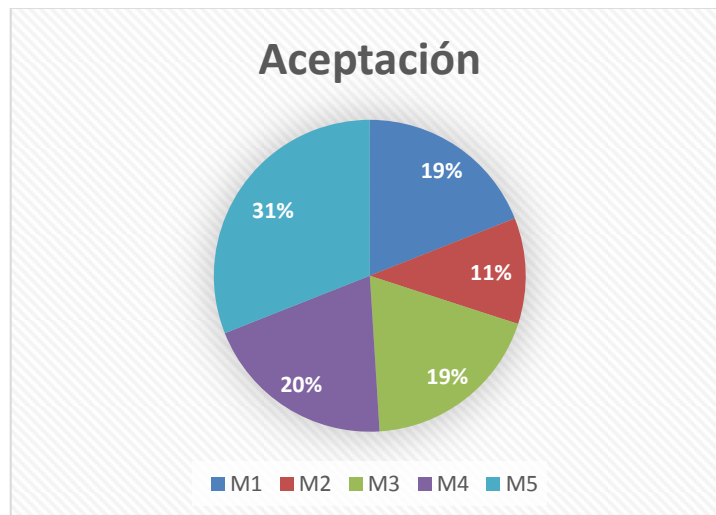


Ilustración 3.24. Pregunta 9. ¿Qué producto le gustó más?

Fuente Autor.



De acuerdo a los resultados (Ilustración 3.24), la prueba con el 20% en contenido de almidón de achira M5, fue el de mayor aceptación con un 31% frente a M4 con 20%, M3 y M1 19%, mientras que M2 tuvo el 11% de aceptación.

Compra del producto

En la Pregunta 10. (¿Compraría Ud. este producto?), de los 100 encuestados el 99% aprobó que podría comprar este producto en caso de su comercialización.

Precio a pagar.

La Pregunta 11 sugería precios que el consumidor creía acorde pagar por una presentación de botella de 330ml, de los cuales el 37% estaba de acuerdo a pagar un valor de \$2.00, seguido de un 36% de un valor de 1,75.

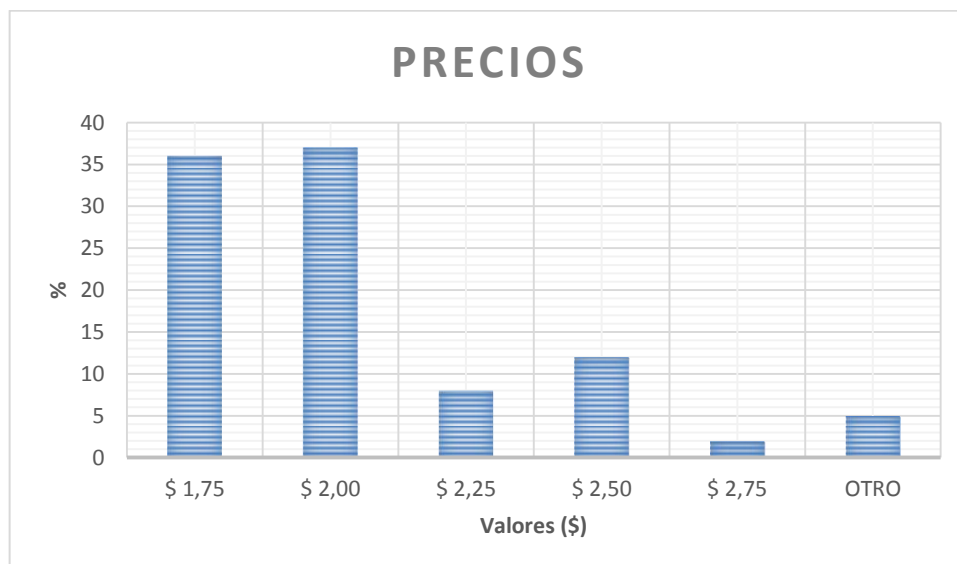


Ilustración 3.25. Pregunta 11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto en una presentación de 330ml?

Fuente: Autor.



3.5.Optimización del producto

3.5.1. Rendimiento de cerveza obtenida en las pruebas

Tabla 3.21. Rendimiento de cerveza obtenida.

	M1	M2	M3	M4	M5
	(0%)	(5%)	(10%)	(15%)	(20%)
Vol. Inicial (ml)	8000	8000	8000	8000	8000
Botellas obtenidas (unidades)	13	15	16	14	14
Vol. Botellas (ml)	330	330	330	330	330
Vol. Obtenido (ml)	4290	4950	5280	4620	4620
Rendimiento (%)	53,63	61,88	66	57,75	57,75

Fuente: Autor.

De acuerdo a la cantidad en la obtenida (Tabla 3.21.), partiendo de una cantidad inicial de agua de 8 litros, para las pruebas, resulta que la cerveza base M1 tiene el rendimiento más bajo con 53.63%, en tanto que las diferentes pruebas con almidón de achira aumentan estos valores como el caso de M2, M3, M4 y M5 que tienen rendimientos del 61,88%, 66%, 57,75% y 57,75% respectivamente.

Se considera que los bajos rendimientos se deben a factores como: el hervido del mosto, en donde se produce una evaporación del agua, también durante la filtración, parte del contenido líquido puede quedar atrapado en la cascara de la malta y también se puede considerar los derrames durante los trasvases.

3.5.2. Análisis económico del producto

Considerando que la prueba M5 cumplió la mayor aceptación y mejores características físico-químicas, se realizó un análisis de los costos de la materia prima que se requirió para la elaboración de cervezas artesanales tipo Pale Ale en relación a la prueba base M1, en donde la Tabla 3.22. se muestra que el precio para producir 13 botellas (330ml) como resultado de M1, que se requiere un costo de \$12,14 mientras que en la Tabla 3.23., para M5, un precio de \$12,42 para producir 14 botellas de producto.

Además, se puede evidenciar que en las dos tablas existe una suma del valor del IVA 12%, el cual corresponde solo a insumos provenientes de la empresa CERVEINSUMOS, ya que los valores unitarios no cuentan con esta cantidad mencionada pero que fue constatada durante la compra.



Tabla 3.22. Precio de materias primas para cerveza sin almidón de achira.

Materia Prima para 8 litros de agua a utilizar			
Insumo	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Precio (\$)
Agua Pure Water (Lt)	8	0,25	2
Malta Pale Ale CM (Kg)	1,608	1,61	2,59
Malta Crystal CM (Kg)	0,108	1,85	0,20
Malta Aroma CM (Kg)	0,036	1,77	0,00008
Lúpulo Columbus (15,5%) (g)	6,8	0,056	0,379
Lúpulo Cascade (6,7%) (g)	15,2	0,048	3,331
Levadura SafaleUs-05 (g)	9,2	0,372	3,42
Clarificante (g)	2	0,05	0,1
IVA 12% a productos CERVEINSUMOS	----	----	0,12
Total	---	---	12,14

Fuente: Autor.

Tabla 3.23. Precio materias primas para cerveza con almidón de achira al 20% de reemplazo de malta base.

Materia Prima para 8 litros de agua a utilizar			
Insumo	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Precio (\$)
Agua Pure Water (Lt)	8	0,25	2
Malta Pale Ale CM (Kg)	1,2864	1,61	2,07
Malta Crystal CM (Kg)	0,108	1,85	0,20
Malta Aroma CM (Kg)	0,036	1,77	0,00008
Almidón de achira (kg)	0,3216	2,5	0,804
Lúpulo Columbus (15,5%) (g)	6,8	0,056	0,379
Lúpulo Cascade (6,7%) (g)	15,2	0,048	3,331
Levadura SafaleUs-05 (g)	9,2	0,372	3,42
Clarificante (g)	2	0,05	0,1
IVA 12% a productos CERVEINSUMOS	-----	-----	0,11
Total	-----	-----	12,42

Fuente: Autor.



4. CONCLUSIONES

El almidón de achira (*Canna indica*), utilizado como reemplazo parcial de malta base Pale Ale en la elaboración de cervezas artesanales es una buena alternativa de uso de este recurso nativo del Ecuador, ya que los productos obtenidos cumplieron con los parámetros físico-químicos establecidos por la normativa nacional en referencia a pH, grado alcohólico y porcentaje de acidez expresada como ácido láctico. Mientras que el factor densidad fue mayor en la muestra que contenía el 20% de almidón se determinó que la misma tenía un mayor grado alcohólico con un valor de 5,6% v/v.

De los resultados de color la muestra con mayor valor fue la que contenía el 20% de reemplazo de almidón, pero por observación esta diferencia no se puede evidenciar considerando un color ámbar en todas las muestras; en cuanto a la turbidez la mayor presencia de partículas en suspensión fue en la prueba que no contenía almidón de achira con un valor de 32,6 NTU.

En cuanto a los requerimientos microbiológicos (mohos y levaduras), se determinó que la prueba que no contenía almidón de achira tenía un menor crecimiento microbiológico de 10 UPC/ml, en relación al resultado del análisis de la muestra con un 20% de almidón que tuvo 20 UPC/ml, considerando que las mismas fueron sometidas a una pasteurización a 65°C durante 22 minutos, lo cual demuestra que el tiempo del proceso no cumplió con el requerimiento de la normativa vigente para cervezas que proponía un valor máximo de 10 UFC/ml, teniendo en cuenta que la ausencia de estos ayudan a establecer un mayor tiempo de vida útil.

Los resultados de la evaluación sensorial (aspecto, amargor, sabor, percepción del contenido alcohólico, aroma y espuma), determinaron que el producto con mayor aceptación fue la muestra con mayor reemplazo de malta base por almidón de achira al 20%, el cual tuvo un porcentaje del 31%; además, en cuanto a los parámetros de grado alcohólico, fue la más cercana a la prueba base, y es por ello que toma a esta como la más óptima de reemplazo.

Por otro lado, de la optimización del producto se determinó que utilizar almidón de achira en sus diferentes proporciones (5%,10%,15% y 20%), aumentan el rendimiento del producto obtenido frente a su base que no contenía ningún reemplazo.



Finalmente, el análisis económico de las materias primas utilizadas tanto de cervezas de achira con un 20% de reemplazo de malta y cervezas sin reemplazo, resultaron valores cercanos, lo cual se puede mencionar que, al utilizar almidón de achira este no genera un incremento significativo en el precio de producción.

RECOMENDACIONES

Se debería utilizar el almidón de achira producida en Ecuador, con lo cual potenciaría el uso de esta fuente nativa y por ende un crecimiento en su producción nacional, además, que los estudios de sus usos se deberían ampliar para poder complementar investigaciones en las cuales este producto pueda ser utilizado.

Si se pretende utilizar el almidón de achira para la elaboración de cervezas, y generar ganancias significativas, es recomendable que se aplique un proceso de filtrado más eficiente para obtener mayores rendimientos de producto y con ello establecer precios que puedan competir en el mercado.



5. BIBLIOGRAFÍA

- ANAGNOSTOPOULOS, D. A. (2019). *Chapter 10. Fermented Foods and Beverages*. 35.
- AREVALO, S. (1998). *Optimización de la producción del agente de Biocontrol Candida sake (CPA-1)*.
<https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8389/TSMAC1de3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ARISTIZÁBAL, J., SÁNCHEZ, T., & MEJÍA, D. J. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- BHUVANESWARI, E., & ANANDHARAMAKRISHNAN, C. (2014). Heat transfer analysis of pasteurization of bottled beer in a tunnel pasteurizer using computational fluid dynamics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 23, 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.03.004>
- BREWMASTERS. (2013a). *¿Cómo medir el contenido de alcohol en la cerveza?*
<https://brewmasters.com.mx/como-medir-el-contenido-de-alcohol-en-la-cerveza/>
- BREWMASTERS. (2013b). *Densímetro de Alta Precisión (Hidrómetro). Escala 1.000 a 1.100*. <https://brewmasters.com.mx/shop/densimetro-de-alta-precision-hidrometro-escala-1-000-a-1-100/>
- CAA. (2018). *Capítulo XIII Bebidas fermentadas*.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat-capitulo_xiii_beb_fermentadasactualiz_2018-12.pdf
- CAICEDO, G. (2014). *El cultivo de achira: Alternativa de producción para el pequeño productor*. 8.
- CAICEDO, G., ROZO, L., & BENITEZ, G. (2003). *LA ACHIRA, Técnicas de cultivo, beneficio o proceso poscosecha y uso agroindustrial*.
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4071/1/La%20achira%20tecnicas%20de%20cultivo%20y%20beneficio.pdf>
- CALVILLO, E. (2017). *Cerveza Artesanal*. 5.
- CASTILLO, L. (2016, julio 7). *La achira es parte de la cultura ancestral del Cantón Girón*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/achira-tuberculo-festival-gastronomia-azuay.html>



- CEDEÑO, G., & MENDOZA, J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa como adjunto y especias*. [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ].
<http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/552/1/TAI109.pdf>
- CHOCATA, M. (2016, diciembre 6). *Diferencias entre una cerveza artesanal e industrial*. <https://es.scribd.com/document/333371489/Diferencias-Entre-Una-Cerveza-Artesanal-e-Industrialdua>
- CISNEROS, F. H., ZEVILLANOS, R., & CISNEROS, L. (2009). Characterization of Starch from two Ecotypes of Andean Achira Roots (*Canna edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(16), 7363-7368.
<https://doi.org/10.1021/jf9004687>
- COLINO, E., Civitaresi, M., Capuano, A., Quiroga, J., & Winkelman, B. (2017). *Análisis de la estructura y dinámica del complejo cervecero artesanal de Bariloche, Argentina*. 20, 13.
- COLOMBIA DOCUMENTS. (2013, septiembre 2). *Almidón*. Almidón y su conversión.
<https://fdocuments.co/document/almidon-almidon-y-su-conversion.html>
- DE BERNALDI, L. (2019). *Perfil de la cebada*.
https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf
- DE LEÓN, C. (2015). *Caracterización y comportamiento físico químico del almidón de la achira (*Canna edulis ker*) con relación al almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*)*. [Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12661/1/Tesis%20Carmen%20D%C2%B4Le%C3%B3n.pdf>
- EL COMERCIO. (2016). *La cerveza es la bebida de los ecuatorianos*.
<https://www.elcomercio.com/sabores/bebida-favorita-ecuatorianos-cerveza-encuesta.html>
- ENRÍQUEZ, C. (2014). *Las cervezas artesanales se multiplican*.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/cervezas-artesanales-multiplican-quito.html>



- ESPINOZA, K. (2018). *El país produce más cebada y cada vez mejor cerveza*.
<https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-pais-produce-mas-cebada-y-cada-vez-mejor-cerveza>
- ETAPA EP. (2016). *Tarifas*. Agua Potable. <https://www.etapa.net.ec/Principal/Agua-potable/Operaci%C3%B3n-y-Mantenimiento/Tarifas>
- GALLARDO, I., BOFFILL, Y., OZUNA, Y., GÓMEZ, O., PÉREZ, M., & SAUCEDO, O. (2013). Producción de bebidas usando sorgo malteado como materia prima para enfermos celíacos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 15.
- GARCÍA, F. (1965). *El malteo de la Cebada*.
- GARCÍA, K. B. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos*. [ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO]. file:///D:/MAURICIO/tesispdf/56T00521%20UDCTFC.pdf
- GAVIRA, J. (2014). *La importancia de la química del agua en la elaboración de una buena cerveza*. <https://triplenlace.com/2014/07/15/la-importancia-de-la-quimica-del-agua-en-la-elaboracion-de-una-buena-cerveza/>
- GOLDAMMER, T. (2000). *The Brewer's Handbook* (Segunda). http://www.beer-brewing.com/beer_brewing/beer_brewing_yeast/yeast_nutritional_requirements.htm
- HERNENDEZ-MEDINA, M., TORRUCO, J. G., CHEL, L., & BETANCUR, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 9.
- HILL, A. E. (2015). *Introduction to brewing microbiology*. 3.
- HOUGH, J. S. (s. f.). *Bioteología de la Cerveza y de la Malta*. 197.
- HUTZLER, M., KOOB, J., RIELD, R., SCHNEIDERBANGER, H., MUELLER-, K., & JACOB, F. (2015). 5—Yeast identification and characterization. *Brewing Microbiology*, 40.
- INCOTEC. (2018). *Frutas secas. Determinación del contenido de materia seca*. <http://www.analdex.org/wp-content/uploads/2016/02/END-094.pdf>
- INEC. (2005). *Las condiciones de vida de los ecuatorianos*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ECV/Publicaciones/ECV_Folleto_de_ind_sociales.pdf



- INEC. (2013). *Mas de 900 mil ecuatorianos consumen alcohol*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/mas-de-900-mil-ecuatorianos-consumen-alcohol/>
- INIAP. (2014). *Cebada*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>
- ISI 32-1e. (1999). *Determination of Starch Size Distribution by Screening*.
<http://www.starch.dk/isi/methods/32screen.htm>
- JIMENEZ, M. (2017, marzo 9). Ecuador cuenta con el primer Instituto de cerveza artesanal. *Eltelégrado*.
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/ecuador-cuenta-con-el-primer-instituto-de-la-cerveza>
- KUNZE, W., & MANGER, H.-J. (2006). *Tecnología para cerveceros y malteros*. VLB Berlin.
- LEVABEER. (2014). *Transformacion del almidon de malta en azucares fermentables*.
<https://levabeer.com/transformacion-del-almidon-de-malta-en-azucares-fermentables/>
- MINISTERIO DE CULTURA Y PATRIMONIO. (2016, julio 16). *Achira*.
<http://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Achira>
- MORALES, M. (2018). *Reacciones químicas en la cerveza*. 8.
- MORAN, J. (s. f.). *Importancia del agua en la elaboración de cerveza*. 67.
- NAVARRO, R., IGLESIAS, S., MONTÁVEZ, I., LORA, Á., GÁLVEZ, C., SÁNCHEZ, M., TRAPERO, A., & PÉREZ, F. (2003). Germinación y dormición de las semillas. En *Material vegetal de reproducción: Manejo, conservación y tratamiento*. Junta de Andalucía.
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-402_MATERIAL_VEGETAL_DE_REPRODUCCION__MANEJO_CONSERVACION_Y_TRATAMIENTO/80-402/7_GERMINACION_Y_DORMICION_DE_SEMILLAS.PDF
- NTE INEN 2262. (2013). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2262-1.pdf
- NTE INEN 2323. (2002). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2323.pdf>



- NTE INEN 2325. (2002). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH*.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2325.pdf>
- PAGUAY, G. (2016, abril 24). Las ventas en el sector de la cerveza bajan. *Revista Líderes*.
<https://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-ventas-cerveza-mercado.html>
- PROCHILE. (2014). *Estudio de mercado, cerveza artesanal en Ecuador*.
- QUIROGA, C. C. (2009). Caracterización fisicoquímica de tres fuentes subutilizadas de almidón de la región andina de Bolivia. *INVESTIGACION & DESARROLLO*, 9(1), 76-87. <https://doi.org/10.23881/idupbo.009.1-6i>
- RECALDE, M. S. (2017). *Obtención de una bebida tipo cerveza, a partir de maltas de maíz (Zea mays) y Quínua (Chenopodium quinoa)* [Universidad Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17533/1/CD-8038.pdf>
- RIVERA, J. (2006). *Extracción de Almidón de achira (Canna Edulis). Y modificación por acetilación y doble derivatización*. [Universidad Técnica de Ambato]. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3350/1/P86%20ref.2975.pdf>
- RUIZ, Y. (2006). *Elaboración y evaluación maltas cerveceras*. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10962/Elaboracion%20y%20evaluacion%20maltas%20cerveceras.pdf?sequence=1>
- RUSSELL, I., & STEWART, G. (2014). *Distilling yeast and fermentation*. 24.
- SCHAUFLER, H. (2019). *Transformaciones Químicas que tienen lugar en la maceración*.
http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/transformaciones_quimicas_cocion.html
- SUAREZ, M. (2013). *Cerveza: Componentes y propiedades* [Universidad de Oviedo].
http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_%20Maria%20Suarez%20Diaz.pdf?fbclid=IwAR35Hil3cIDS6Bsk809z13YSqebmKGeolkwPlrV13wg4O726vbV3dzUStcw
- TIRADO, J. W., & ZALAZAR, G. M. (2018). *Banano (Cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal*. [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ].
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/892/1/TTAI11.pdf>



- TONSMEIRE, M. (2008). *Yeast and Other Fermentation Agents*.
<https://www.aperfectpint.net/Fermentation%20Agents.pdf>
- TRUJILLO, D., PUENTE, C., & ANDRADE, K. (2017). *Concentración Económica en el Mercado Cervecerero Ecuatoriano*. 12.
- VALENCIA, J. S., CASTRO, A. P., & RAMIREZ, M. F. (2015). *Proyecto de viabilidad y factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de cerveza artesanal*. 104.
- VERA, M. A. (2017). *Desarrollo y formulación de cervezas artesanales*. 6.
- YARURO, N. (2018). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, térmicas y microestructurales del almidón de achira (Canna edulis)*. [Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/71417/315/1143232250.2019.pdf>
- ZUMBA, L. (2018, abril 30). Cerveza, de lo artesanal a lo premium. *Diario Expreso*.
<https://www.expreso.ec/vivir/cerveza-economia-variedad-consumidores-ecuador-BX2154650>



6. ANEXOS

7.1. Anexo 1: Encuesta

**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA**

Encuesta de aceptación de cerveza artesanal tipo Pale Ale, con almidón de achira como remplazo parcial de malta, dirigida a personas mayores de 18 años.

EDAD_____ GENERO: MASCULINO_____ FEMENINO_____

La presente encuesta tiene fines de investigación, con lo cual se pide contestar con criterio y la mayor sinceridad.

1. ¿Consume Ud. Cerveza Artesanal?

Sí_____ No_____

2. ¿Con qué frecuencia la consume?

- Diariamente _____
- Una vez a la semana _____
- Dos veces a la semana _____
- Mensualmente _____
- Otro (especifique) _____

Marque con una X los casilleros vacíos, de acuerdo a su criterio y al número de muestra que sea evaluada.

3. Aspecto

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
	Opaca (no permite ver a través de ella)					
	Turbia (partículas en suspensión)					
	Clara (no se aprecian partículas en suspensión)					
	Cristalina y transparente					

4. Amargor

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
	Ligero					
	Perceptible					
	Relevante					
	Fuerte					
	Intenso					

5. Sabor

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
------------------	----------------	----------	----------	----------	----------	----------



Dulce					
Acido					
Cereal (malteado)					
Frutal					

6. Percepción del contenido alcohólico.

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
Ligero						
Perceptible						
Relevante						
Fuerte						
Intenso						

7. Aroma

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
Dulce						
Acido						
Cereal (malteado)						
Frutal						

8. Espuma

Categoría	Muestra	1	2	3	4	5
Ligero						
Perceptible						
Relevante						
Exagerado						

9. ¿Qué producto le gustó más?

1___ 2___ 3___ 4___ 5___

10. ¿Compraría este producto?

Si ___ No___


11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este producto en una presentación de 330 ml?

- 1,75\$___
- 2,00\$___
- 2,25\$___
- 2,50\$___
- 2,75\$___
- Otro (especifique)___

!!!!GRACIAS POR SU TIEMPO!!!



7.2. Anexo 2: Resultados de los análisis microbiológicos



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FUNDADA EN 1867

FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y ALIMENTOS
ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Datos de recepción
 Solicitado por: Señor Mauricio Loja
 Muestras: 1P: Cerveza sin almidón
 5P: Cerveza con almidón de achira
 Lugar de toma de la muestra: Laboratorios de Alimentos (Universidad de Cuenca)
 Fecha informe: 18 de noviembre de 2019
 Fechas de análisis: 11 al 18 de noviembre de 2019
 N° de muestras: 2
 Procedencia: Entregada en el laboratorio por la persona interesada.
 Fecha de elaboración del producto: 1P: 6/11/2019 5P: 06/11/2019
 Fecha de caducidad del producto: no reporta
 Número de lote: no reporta

Inspección de la muestra: Recolectada en recipiente de vidrio capacidad 330ml.

INFORME DEL RESULTADO

Muestra	Parámetro	Método	Unidad	Resultado
1P	Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529	UPC/ml	10
5P	Mohos y Levaduras	NTE INEN 1529	UPC/ml	20

Se siguieron las siguientes normas INEN:
 1529-1 Preparación de los medios de cultivo
 1529-2 Toma, envío y preparación de muestras para el análisis
 UPC= Unidades propagadoras de colonia
 NTE= Norma Técnica Ecuatoriana

Valor del análisis: USD \$ 24,00
 IVA 12% 2,88
 Total a cancelar USD \$ 26,88


Bqf. María Montaleza
 Químico-Analista

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Químicas
Laboratorio Tecnológico

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: (593-07) 405 1000, (Ext. 2421), TELEFAX: (593-07) 405 1122, Casilla No. 01.01.168
 Cuenca - Ecuador



7.3. Anexo 3: Facturas de compra de materia prima (maltas, lúpulos, levadura, almidón de achira)



CERVEINSUMOS

Dirección Matriz:

MENENDEZ Y PELAYO 4-56 Teléfono: 59372885971

Dirección Establecimiento:

MENENDEZ Y PELAYO 4-56 Teléfono: 59372885971

CONTRIBUYENTE ESPECIAL: NO
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

Cliente: EDGAR MAURICIO LOJA SANCHEZ
RUC / CI: 0104917190
Dirección: PAUTE
Fecha Emisión: 01/10/2019
Vendedor: CERVEINSUMOS

R.U.C.: 0190443124001

F A C T U R A

001 - 500 - 000000364

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

0110201901019044312400120015000000003647155197816

AMBIENTE: PRODUCCIÓN

EMISIÓN: Emisión normal

CLAVE DE ACCESO:



0110201901019044312400120015000000003647155197816

Teléfono: 593960806505

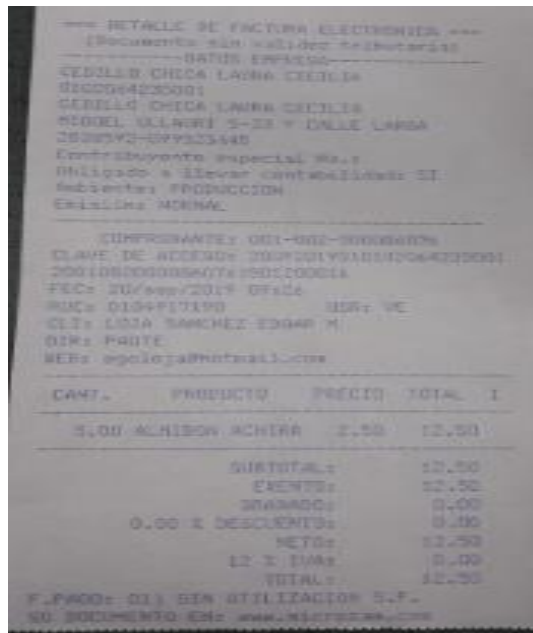
Guía Remisión: 001-500-

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
100000103	*Malta Pale Ale (*)	15.0000	1.6100	24.1500
100000129	*Malta Crystal (*)	2.0000	1.8500	3.7000
100000089	*Malta Arome (*)	1.0000	1.7700	1.7700
100000086	*Lúpulo Columbus (*)	4.0000	1.5800	6.3200
100000075	*Lúpulo Cascade (*)	8.0000	1.3500	10.8000
100000059	*Levadura Safale US-05 (11,5gr) (*)	5.0000	4.2800	21.4000

INFORMACIÓN ADICIONAL:

E-mail: egloja@hotmail.com
Localización del Adquiriente:
Provincia: Azuay
Cantón: PAUTE
Parroquia: PAUTE, CABECERA CANTONAL
Ruta Entrega: Sin Ruta
Forma de Pago: Efectivo
Forma de Pago SRI:
OTROS CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO 76.32
Bodega: Bodega Sinincay

TOTAL ANTES DESCUENTO:	68.14
TOTAL DESCUENTO:	0.00
SUBTOTAL 12%:	68.14
SUBTOTAL 0%:	0.00
SUBTOTAL No objeto IVA:	0.00
IVA:	
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	68.14
TRANSPORTE CON IVA:	0.00
TRANSPORTE SIN IVA:	0.00
VALOR ICE:	0
IVA 12%:	8.18
PROPINA %:	0.00
VALOR TOTAL:	76.32





7.4. Anexo 4: Factura de compra de botellas.



R.U.C.: 1721105185001

FACTURA

No. 001-001-00000835

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

2110201901172110518500120010010000008351352467817

AMBIENTE: PRODUCCIÓN

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



(21)10201901172110518500(12)001001(00)00008351352467817

BASTIDAS QUEMA DIANA ESPERANZA

Av. Ilaio Oe10-125

TELEFONO: 0982309507

CELULAR: 0982309507

Matriz

TELEFONO ESTABLECIMIENTO: 0982309507

Web Site: www.beerlandstore.com

e-mail: ventas@beerlandstore.com

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: NO

Razón Social/Nombres y Apellidos: Edgar Mauricio Loja Sánchez

Identificación: 0104917190

Fecha Emisión: 21/10/2019

Guía de Remisión:

Código	Cod.Altern	Cant	Nombre	Precio U	Descuento	Total
Prod000000118	Prod000000118	3.00	Botellas 330ml caja 27 u.	9.64	0.00	28.92
SUBTOTAL 12%						28.92
SUBTOTAL 0%						0.00
SUBTOTAL no objeto de IVA						0.00
SUBTOTAL exento de IVA						0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS						28.92
TOTAL Descuento						0.00
IVA 12%						3.47
IMPORTE TOTAL						32.39

Información Adicional

Email: egoloja@hotmail.com

Forma Pago

Total

Plazo

Unidad Tiempo

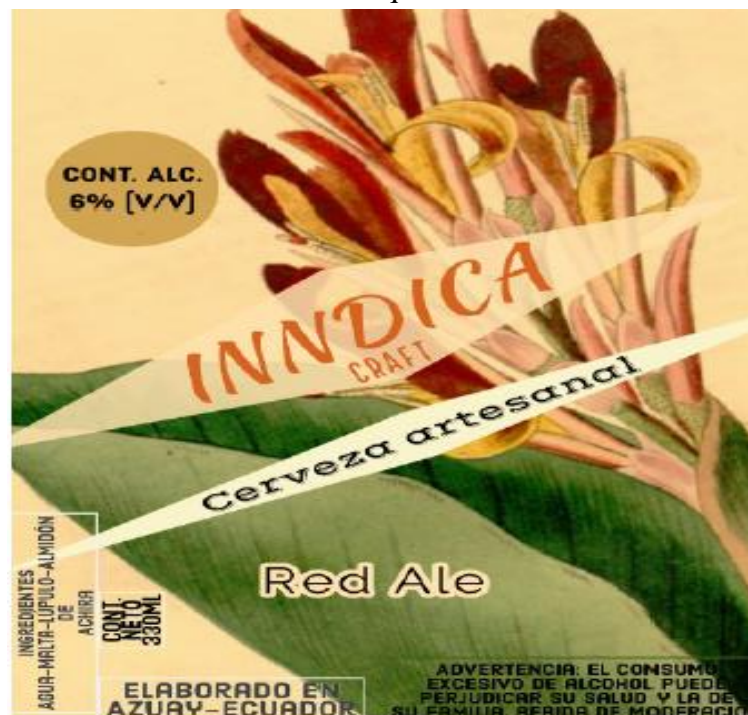
OTROS CON UTILIZACION DE SISTEMA FINANCIERO

32.39

0

DIAS

7.5. Anexo 5. Presentación de etiqueta



7.6. Anexo 6: Evidencia fotográfica.

7.6.1. Análisis físicos del almidón de achira

- Granulometría en equipo HUMBOLDT y pesado de los tamices según su número de malla.



- Densidad aparente, colocación del almidón con ayuda de embudo y posterior pesaje.





- Contenido de materia seca, secado de muestras luego de pasar 24h en la estufa a 80°C y pesaje de las mismas.



- Temperatura de Gelatinizado, p0esado de muestra y calentado sumergiendo en agua a 85 °C.



7.6.2. Preparación de cervezas

- Pesado de materias primas (malta y almidón de achira)



- Molido grueso de maltas, en un molino manual marca CORONA.



- Cocción de los granos (con y sin almidón de achira) y control de temperatura (66°C), para la extracción de azúcares.



- Filtrado y lavado del mosto.



- Hervido del mosto y adición de lúpulos.



- Levadura Safale US-05 utilizada y determinación de la densidad luego del enfriado del mosto.



- Fermentación de las diferentes muestras de cerveza.



- Cerveza luego de la primera fermentación por 7 días.



- Materiales para embotellado y esterilización de botellas en agua hirviendo.



- Cervezas embotelladas y numeradas de acuerdo al contenido de almidón de achira colocado.





- Cervezas luego de la segunda fermentación por 15 días.

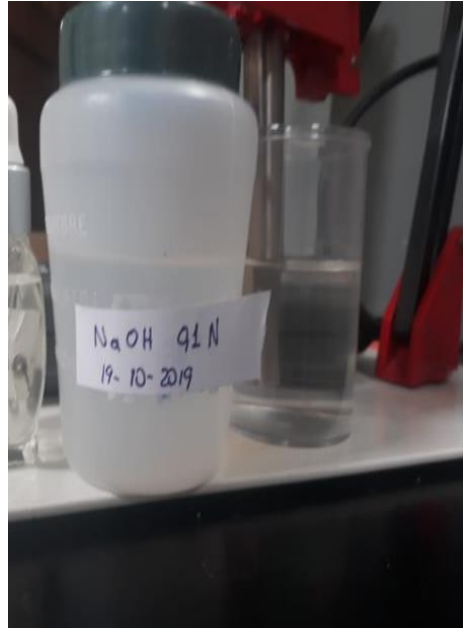
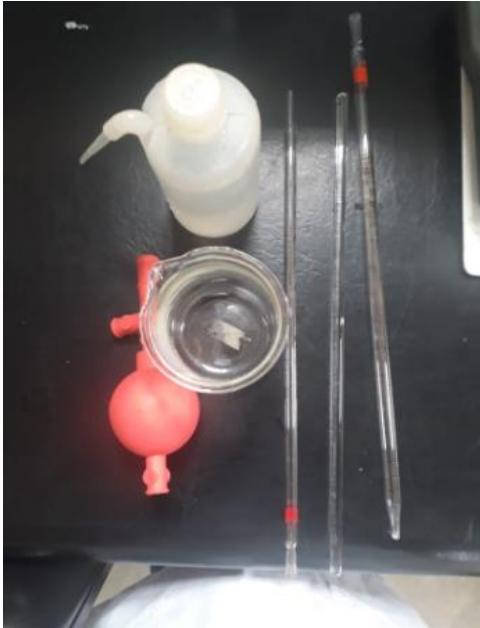


- Determinación de la densidad final.



7.6.3. *Análisis físico-químico de las cervezas*

- Materiales y reactivos para la determinación del pH y acidez.



- pH metro marca HI 98190, y determinación de acidez.





- Desgasificación de las cervezas, para los respectivos análisis físico-químicos.



- Muestras de cervezas tomadas para la determinación del color y turbidez en turbidímetro HACH 2100AN.





- Muestra de cerveza diluida en un factor de 10 para la determinación del color.



7.6.4. Encuestas

- Preparación de la zona a desarrollar las encuestas.





- Desarrollo de catación

