

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LÚPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A
PARTIR DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA -
AYACUCHO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL.**

Tesis para optar título profesional de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

Bach. Yenifer Angela LIZARBE FELIX

Asesor:

Ing. Jesús Javier PANIAGUA SEGOVIA

AYACUCHO - PERÚ

2023

Dedico con todo mi amor a mis queridos
padres y hermanos por todo su cariño,
apoyo, tiempo y comprensión; por estar a
mi lado en todo este proceso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por bendecirme en cada paso que he dado hasta el día de hoy y darme fuerza necesaria para continuar y seguir adelante.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por sus aulas, laboratorios, biblioteca y todos sus ambientes donde quedan recuerdos y momentos compartidos.

A la escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias, a toda su plana docente y administrativa por inculcarme sus conocimientos y buenos hábitos de estudio a lo largo de la preparación de nuestra profesión, para así desarrollarme profesionalmente y ser competitiva en el campo laboral y profesional.

A mi familia quienes son el pilar de mi inspiración y superación como persona, ellos son la motivación que tengo para seguir avanzando a paso firme en este largo proceso de la vida.

Agradecer a mis amigos que siempre me apoyaron y motivaron para seguir adelante y seguir cumpliendo mis sueños.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en realizar la sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) con tanino a partir de tara (*Caesalpinea spinosa*) para la elaboración de cerveza artesanal, que cumpla las características apreciables para el consumidor.

Las vainas de tara pasaron por un proceso de extracción de tanino a temperatura de 40°C, 50°C y 60°C y a tres diferentes soluciones de alcohol 45%, 55% y 65%; pasando así por ebullición, enfriado, filtrado, secado, molienda y tamizado; los rendimientos del tanino con 50°C y con alcohol de 55° resultaron entre 33% a 69% de tanino.

Se elaboró la cerveza artesanal al cual se añadió el 90%, 80% y 70% de lúpulo, al finalizar la elaboración de la cerveza artesanal se realizó la sustitución del lúpulo con tanino de tara a diferentes porcentajes con 10%, 20% y 30%; también se trabajó a diferentes temperaturas 5°C, 10°C y 20°C estos fueron evaluados mediante el diseño DCA con arreglo Factorial con 2 factores, 3 niveles y 3 repeticiones, utilizando el software Minitab 18 resultando 9 tratamientos con 3 réplicas a un nivel de significancia de 5%. Evaluando el efecto de sustitución del lúpulo se realizaron las pruebas de turbidez; la coloración no hubo ninguna variación significativa; también se evaluó la acidez total; acidez volátil y alcoholes superiores para la cerveza artesanal y realizó la evaluación sensorial.

Finalmente se realizó la evaluación sensorial de turbidez, olor, color, sabor y aceptabilidad de la cerveza artesanal, atributos que fueron evaluados por los panelistas semi entrenados quienes otorgaron puntuaciones a cada tratamiento, el tratamiento 30% de tanino de tara y 70% de lúpulo obtuvo mejores resultados de aceptación por los jueces semi entrenados,

teniendo una turbidez menor a las demás que es un aspecto importante ya que las cervezas artesanales tienden a tener mayor turbidez lo cual no es tan deseable por los consumidores.

Palabras Clave: Tara, tanino, lúpulo, cerveza, clarificación, y temperatura.

ÍNDICE

	pág.
RESUMEN.....	III
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Origen de la tara	5
2.3. La Tara	6
2.3.1. Morfología de la tara.....	7
2.3.2. Descripción botánica de la tara	8
2.3.3. Composición de la tara.....	9
2.4 Tanino	10
2.4.1 Uso de taninos.....	11
2.5. Tanino con las proteínas en bebidas alcohólicas.....	12
2.6. La cerveza	12
2.6.1. Malta.....	13
2.6.2. El lúpulo.....	13
2.6.2.2. Tipos de cerveza.....	15
2.6.2.3. Cerveza tipo Ale.....	15
2.6.3. CERVEZA LAGER.....	16
2.7. Apreciación de la cerveza.....	16
2.8. Temperatura de la cerveza.....	17
2.9. Calidad de la cerveza.....	17

2.10.	Turbidez de la cerveza	17
2.11.	Clarificación de cerveza con tanino	18
2.12.	Amargor de la cerveza	21
2.13.	Intensidad de floculación tanino - proteína.....	21
2.14.	Color de la cerveza.....	22
2.15.	Acidez total de la cerveza	24
2.16.	Acidez volátil de la cerveza	24
2.17.	Alcoholes superiores de la cerveza	24
2.18.	Análisis sensorial	25
2.18.1.	Pruebas escalares.....	25
2.18.1.1.	Escala hedónica.....	26
2.18.2.	Factores que influyen el resultado sensorial.....	26
2.18.3.	Error de lógica.....	26
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Lugar de ejecución	27
3.1.1.	Ubicación geográfica	27
3.2.	Materia prima en estudio.....	27
3.3.	Materiales y equipos	27
3.3.1.	Materiales.....	27
3.3.2.	Equipos.....	28
3.3.3.	Insumos	28
3.3.4.	Reactivos	29
3.4.	Metodología experimental.....	29

3.4.1.	Extracción de taninos de tara.	29
3.4.2.	Elaboración de cerveza artesanal	31
3.4.3.	Sustitución parcial del lúpulo con tanino	34
3.4.4.	Preparación de muestra	34
3.4.4.1.	Método para determinar turbidez de la cerveza	34
3.4.4.2.	Método Espectrofotométrico para determinar color de cerveza.	34
3.4.4.3.	Método para determinación de la acidez total de cerveza.....	35
3.4.4.4.	Método para determinación de la acidez volátil de cerveza.	35
3.4.4.5.	Determinación de alcoholes superiores de la cerveza.....	35
3.5.	Diseño experimental.....	35
3.5.1.	Diseño experimental para extracción de tanino de tara	35
3.5.2.	Diseño experimental para sustitución parcial de lúpulo con tanino.....	36
3.6.	Procesamiento y análisis sensorial	37
IV.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	39
4.1.	Características físicas de las vainas de tara	39
4.2.	Análisis de rendimiento en la extracción de tanino	40
4.3.	Análisis estadístico de cerveza artesanal después de la sustitución	43
4.3.1	Análisis estadístico de la turbidez de la cerveza artesanal.....	43
4.3.2.	Análisis estadístico del color de la cerveza luego de la sustitución.....	47
4.3.3.	Análisis estadístico de la acidez total de la cerveza	50
4.3.4	Análisis estadístico de la acidez volátil de la cerveza artesanal.....	52
4.3.5	Análisis estadístico de los alcoholes superiores de la cerveza	54
4.4	Análisis estadístico de la evaluación sensorial.....	56

4.4.1	Análisis estadístico de la evaluación sensorial para turbidez.....	57
4.4.2	Análisis estadístico de la evaluación sensorial para olor	59
4.4.3.	Análisis de varianza ANOVA – sabor	61
4.4.4.	Análisis de varianza ANOVA – aceptabilidad.....	63
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		66
BIBLIOGRAFÍA		67
ANEXOS		72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la tara	8
Tabla 2. Composición química del fruto de tara.	9
Tabla 3. Composición química de la semilla.	9
Tabla 4. Composición química de la cáscara	10
Tabla 5. Composición química del germen.....	10
Tabla 6. Composición del lúpulo	15
Tabla 7. Resumen de tanino	19
Tabla 8. Clarificación de bebidas alcohólicas.....	20
Tabla 9. Colores de cervezas clásicas	23
Tabla 10. Diseño experimental para la extracción de tanino de tara.	36
Tabla 11. Diseño luego de sustitución de lúpulo con tanino de tara.....	37
Tabla 12. Características físicas de las vainas de tara.....	40
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la extracción de tanino de tara. ..	41
Tabla 14. Tabla de análisis de varianza para la turbidez de la cerveza artesanal.	44
Tabla 15. Análisis de varianza para la coloración de la cerveza artesanal.	48
Tabla 16. Análisis de varianza – ANOVA para la acidez total.....	50
Tabla 17. ANOVA - análisis de varianza para la acidez volátil.	52
Tabla 18. ANOVA para los alcoholes superiores de la cerveza artesanal.	54
Tabla 19. Tratamientos para en la sustitución parcial de lúpulo con tanino.	57
Tabla 20. Análisis de varianza ANOVA – turbidez.....	57
Tabla 21. Prueba de Tukey para turbidez de cerveza artesanal.	58

Tabla 22. Análisis de varianza ANOVA – olor	59
Tabla 23. Prueba de Tukey - olor de cerveza.....	60
Tabla 24. Análisis de varianza para el sabor de la cerveza artesanal.....	61
Tabla 25. Prueba de Tukey – sabor.....	62
Tabla 26. ANOVA para la aceptabilidad de la cerveza artesanal.	63
Tabla 27. Prueba de Tukey - aceptabilidad para la cerveza artesanal.....	64
Tabla 28. Datos de concentración de aceite fusel y Absorbancia	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol y fruto de la tara.....	7
Figura 2. El lúpulo (<i>Homulus lupulus</i>).....	14
Figura 3. Diferencia de cerveza artesanal y cerveza industrial	22
Figura 4. Diagrama de bloques del acondicionamiento de la materia estudio. .	30
Figura 5. Diagrama de bloques de cerveza artesanal.....	33
Figura 6. Efectos principales de extracción de tanino	42
Figura 7. Superficie de respuesta de rendimiento vs. alcohol; temperatura.	43
Figura 8. Efectos principales de la turbidez en la cerveza artesanal.	46
Figura 9. Superficie de respuesta para la turbidez de la cerveza artesanal.....	47
Figura 10. Diagrama de Pareto estandarizada para la coloración.....	49
Figura 11. Diagrama de Pareto estandarizada para la acidez total de la cerveza.	51
Figura 12. Diagrama de Pareto estandarizado para la acidez volátil.....	53
Figura 13. Diagrama de Pareto de alcoholes superiores de la cerveza artesanal.	55
Figura 14. Curva de calibración de aceite fusel.....	87
Figura 15. Vainas de tara	93
Figura 16. Lavado y secado de las vainas de tara.....	94
Figura 17. Extracción de tanino de tara.	94
Figura 18. Molienda de tanino.....	95
Figura 19. Fermentación de la cerveza artesanal.....	95
Figura 20. Medida de densidad.....	96
Figura 21. Cerveza artesanal con tanino.....	96

Figura 22. Cerveza artesanal con sustitución de lúpulo por tanino de tara	97
Figura 23. Evaluación sensorial de la cerveza artesanal.....	97

I. INTRODUCCIÓN

La tara (*Caesalpinia spinosa*) también se conoce como taya; este es un arbusto originario del Perú que crece entre los 800 y 2800 metros sobre el nivel del mar, silvestre y cultivada en diversas regiones, se considera la primera especie forestal nativa. Planta leguminosa andina, con su alto contenido en gomas y taninos la hace de alto valor económico, teniendo varios usos en la industria alimentaria (taninos), en la conservación de cueros, en la fabricación de pinturas, en la elaboración de adhesivos y en la industria farmacéutica para los medicamentos (ácido gálico y antioxidantes), así como el embrión (germen de tara) utilizados para elaborar concentrados de piensos para animales. La mayor producción proviene de plantas silvestres, las que no son manejadas, aunque esta especie requiere podas de formación y podas sanitarias, Rodríguez (2010)

En la cerveza uno de los ingredientes primordiales es la malta, en las cervezas artesanales se utilizan ingredientes especiales para enaltecer el sabor, Barrales (2019)

La cerveza es una de las bebidas más antiguas. Hace miles de años el hombre disfrutaba de las cervezas de todo tipo, sabor y color, ya que fueron los egipcios quienes comenzaron a elaborar esta bebida, en Egipto los arqueólogos que explotaron las pirámides. Desde hace años saben que los obreros empleados en su construcción superaban las 20 mil personas y que ellos se alimentaban a base de pan y cerveza y tenían energías suficientes para mover los enormes bloques de piedra que forman las pirámides, Bamforth (2008).

El lúpulo es muy importante en la cerveza por su agradable amargor y delicado aroma muy característico, el lúpulo ayuda a potenciar su conservación, añadir lúpulo al mosto en el momento adecuado permite conseguir un buen amargor, Marques (2015)

El tanino vegetal ha ido ganando gran protagonismo a lo largo de los años a medida que su conocimiento se profundiza y se va encontrando aplicaciones tan diversas. En las vainas de tara, la concentración de taninos esta entre el 40 y el 60% y son solubles en agua, Belloti y Romagnoli (2012).

Las propiedades atribuidas a los taninos que permiten ser útiles en la elaboración de bebidas alcohólicas varían ampliamente, al igual que la reducción de la turbidez que se produce en la cerveza artesanal. Con la existencia de investigaciones utilizando la sustitución de lúpulo por taninos, se pretende mejorar la calidad de la cerveza artesanal y aprovechar la industrialización de la tara mejorando la turbidez, color, olor y sabor de las cervezas artesanales, lo que a su vez permitirá mejorar la calidad de la cerveza artesanal, y así aprovechar el procesamiento y cultivo de tara en nuestro país.

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

Objetivo general:

- Realizar la sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) con tanino a partir de tara (*Caesalpinia spinosa*), proveniente de Pacaycasa - Ayacucho en la elaboración de cerveza artesanal.

Objetivos específicos:

- Realizar la extracción del tanino a partir de tara (*Caesalpinia spinosa*).

- Determinar la dosis adecuada de tanino a partir de tara (*Caesalpinia spinosa*) para la sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) óptima en la elaboración de la cerveza artesanal.
- Determinar el nivel de aceptabilidad luego de la sustitución parcial del lúpulo con el tanino en la cerveza artesanal a través del análisis sensorial del producto.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

Torres (2017); según su investigación **“Sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cedrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de cerveza artesanal,** afirma que, cebada, levadura, agua y lúpulo son los cuatro elementos esenciales necesarios para elaborar cerveza; sin embargo, la importancia del último ingrediente aumenta el coste del producto acabado. Para evaluar la sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cedrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de cerveza artesanal, el primer paso será la producción de malta y su caracterización. Se consideraron tres tratamientos diferentes: uno con 100% de lúpulo con 0% de cedrón (T₁), 30% de cedrón y 70% de lúpulo (T₂), y 50% de lúpulo con 50% de cedrón (T₃). Para medir el nivel de aceptación final del tratamiento con las mejores cualidades, se elaboró un panel sensorial. Por último, se creó una prueba hedónica con una escala de 5 puntos para calibrar el grado de aceptación de las terapias. El tratamiento con las mejores características sensoriales en términos de patrón, según la prueba de Kruskal-Wallis, fue el T₂, que tenía un nivel de alcohol de 3,1°.

Según Otero (2010), en la tesis titulada **“sustitución parcial de lúpulo (*Humulus lupulus*) por harina de coca (*erythroxylum coca*) en la elaboración de cerveza tipo ale, utilizando una cepa nativa de *saccharomyces sp.*,** utilizando un inóculo de 3% y 5% v/v, los investigadores analizaron cómo afectaba el porcentaje de sustitución a la concentración final de etanol y cómo afectaba a las características físicas, químicas y sensoriales de sabor, aroma y color cuando se sustituía parcialmente el lúpulo por harina de coca en un 20% y un 30% en peso, en cuanto a

la concentración de acidez fija y volátil, el porcentaje de sustitución tiene una ligera influencia que se da inversamente con respecto al porcentaje de sustitución, encontrando valores de 1,440 g/l y 1,438 g/l al 20% y 1,335 g/l. L con un 30% de sustitución, respecto al pH tiene la misma incidencia que la acidez. La alteración no tuvo ningún impacto sobre el contenido en proteínas, que varió de 0,94 g/l a 1,0 g/l. Por el contrario, tuvo un impacto considerable en el contenido de calcio, que aumenta en función del nivel de sustitución, con valores de 141,42 mg/l con una sustitución del 20% y de 196,98 mg/l con una sustitución del 30%, debido al alto contenido de calcio de la harina de coca. También se evaluó cómo afectaban las sustituciones a los atributos de sabor, fragancia y color. Según los estudios estadísticos, la cantidad de sustitución afecta significativamente al sabor y aroma amargos y a cocaína de la cerveza producida. Correlación inversa.

2.2. Origen de la tara

Lapa (2004) manifiesta que el árbol de tara, de nombre científico *Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tinctoria*, es originario de Perú, el país con mayor superficie de bosques naturales y el mayor productor (alrededor del 80%). También se conoce como "Taya" y se ha utilizado en medicina popular o folclórica desde tiempos prehispánicos, así como recientemente como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimentarios. Su temperatura oscila entre los 4 y los 32 grados centígrados y se extiende por diversas regiones secas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Chile. Aparece de forma natural en regiones semiáridas con un rango de precipitaciones anuales de 230 a 500 mm. Además, se ve

en árboles decorativos, cercas, borduras y árboles que dan sombra a los animales de granja en cultivos de secano.

2.3. La tara

Se atribuye a la importante capacidad antioxidante de los taninos (compuestos polifenólicos) de la tara, componente esencial de su fuente natural (tallos, hojas y frutos), la contribución a sus características terapéuticas.

Tanto "condensables" como "hidrolizables" son posibles para ellos. De los frutos pueden obtenerse numerosos productos valiosos. La vaina del fruto, que pesa el 62% del peso total, contiene la mayor concentración de taninos, con niveles que oscilan entre el 40% y el 60%.

La transformación de taninos de tara en compuestos fenólicos antioxidantes de bajo peso molecular representa una excelente alternativa para la obtención de extractos de alto valor añadido, cuya demanda es creciente por su amplia acción farmacológica, como clarificador de vinos, como sustituto de la malta en elaboración de cerveza y como una usabilidad en la industria de los alimentos, suplementos dietéticos y/o sustituto de antioxidantes sintéticos, este árbol ha sido utilizado ancestralmente por las culturas andinas, tradicionalmente fue usada sus vainas ya que tiene aplicaciones alimenticias, por sus propiedades astringentes y tiene una importancia económica, (Skowyra et al., 2015).

Figura 1

Árbol y fruto de la tara



Nota. Fuente: (Skowyra et al., (2015)

2.3.1. Morfología de la tara

Es un árbol pequeño, de unos dos o tres metros de altura, aunque alcanza una altura máxima de 12 metros. Los árboles más viejos tienen un tronco esbelto, cilíndrico, a veces sinuoso, recubierto de una corteza gris espinosa y con numerosos ejes caducos y espinosos que se ramifican ampliamente. En algunos casos, los ejes se extienden más allá de la base del tronco, dando la apariencia de muchos troncos. La copa de la tara es delgada, umbelada y desigual, con ramas ascendentes.

Las flores son de color amarillo rojizo y se agrupan en inflorescencias de 8 a 145 cm de longitud. Son delicadamente pubescentes y ligeramente espinosas. Las hojas son de color verde oscuro, lisas o sueltas/ligeramente espinosas, enpinadas, ovaladas y brillantes. Los frutos son vainas anaranjadas, planas, de 8 a 10 cm de largo y unos 2 cm de ancho, que no se abren. Cuando maduran, sus granos contienen 4 – 7 gránulos

de semillas esféricas, de 0,6 – 0,7 cm de diámetro, de color marrón negrozco. Las plantas silvestres suelen recibir una cosecha al año con agricultura de secano, y hasta dos cosechas al año con regadío, Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA,2007).

2.3.2. Descripción botánica de la tara

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la tara

Nombre científico:	<i>Caesalpinia spinosa</i>
Etimología:	<i>Caesalpinia</i> en honor a Andrea Caesalpinia (15244 - 1603) botánico y filósofo italiano. <i>Spinosa</i> , del latín spinosus-a-um, con espinas”.
Nombre Común:	“Tara o taya en Perú; Vinill, guarango en Ecuador, tara en Bolivia, Chile y Venezuela; acacia amarilla, divide los Andes, sping holdback en Europa”.
Reino:	Plantae
Orden:	Rosales
Familia:	<i>Caesalpinaceae (leguminosae; caesalpinoideae)</i>
Clase:	Dicotiledóneas
Género:	<i>Caesalpinia</i>
Habitad:	“Oriunda de Perú, también existen en menor escala en Venezuela, Ecuador, Colombia, Bolivia y Chile.

Nota. Fuente: Yana (2018).

2.3.3. Composición de la tara

La tara se diferencia en 3 partes como la semilla la cual corresponde entre el 30 - 40 % en peso la vaina molida 40-50 % y el resto es de fibra los cuales se encuentran entre 15-25 % en peso del fruto, Cruz (2004).

Tabla 2

Composición química del fruto de tara.

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	11,70 %
Proteínas	7,17 %
Cenizas	6,24 %
Fibra bruta	5,30 %
Extracto etéreo	2,01 %
Carbohidratos	67,58 %

Nota. Fuente: Cruz (2004).

Tabla 3

Composición química de la semilla.

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	12,01 %
Proteínas	19,62 %
Cenizas	3,00 %
Fibra bruta	4,00 %
Extracto etéreo	5,20 %
Carbohidratos	56,17 %

Nota. Fuente: Cruz (2004).

Tabla 4*Composición química de la cáscara*

	Porcentaje (%)
Humedad	10,44 %
Proteínas	1,98 %
Cenizas	3,05 %
Fibra bruta	1,05 %
Extracto etéreo	0,97 %
Carbohidratos	83,56 %

Nota. Fuente: (2004).

Tabla 5*Composición química del germen*

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	11,91 %
Proteínas	40,22 %
Cenizas	8,25 %
Fibra bruta	1,05 %
Extracto etéreo	12,91 %
Carbohidratos	25,66 %

Nota. Fuente: Cruz (2004).

2.4 Tanino

Molina (2005), indica que las plantas crean sustancias secundarias llamadas taninos, que son polímeros polifenólicos que pueden interactuar con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas para formar complejos, ejerciendo una acción defensiva contra insectos en las plantas. Son sustancias (proteínas precipitadas) y curtientes. Los taninos viscosos insolubles en agua, como los taninos catecólicos y las leucoantocianidinas, que son más frecuentes en las

plantas, se distinguen de los taninos hidrolizables químicamente o solubles en agua (pirogálicos, que se hidrolizan a ácidos fenólicos y azúcares). El nombre tanino se aplica a un grupo de compuestos fenólicos que tienen propiedades comunes. Se combinan con proteínas y otros polímeros como proteínas y sustancias de sabor amargo. Es hidrosoluble, soluble en acetona y alcohol etílico diluido. Es parcialmente soluble en glicerol, acetato de etilo y prácticamente insoluble en éter. Además de ser astringentes y curtientes, son moléculas secundarias que crean las plantas y que son polímeros, Molina (2005).

El tanino no es un clarificante propiamente dicho. Sin embargo, su presencia se hace indispensable en algunos casos cuando se emplean clarificantes proteicos. Sus principales características son las siguientes:

- a) Precipitan e interactúan con las proteínas en solución, lo que las hace resistentes a las enzimas proteolíticas. El término “astringencia” se utilizó para describir esta característica.
- b) La gelatina, la albumina y los alcaloides precipitan en un líquido.
- c) Producen coloraciones azul-negras o verdosas cuando se utilizan con sales férricas.
- d) Combinando amoníaco y ferrocianuro potásico, crean un tono rojo vivo.
- e) Compuestos químicos no cristalizables con soluciones acuosas coloidales que reaccionan de forma ácida y tienen un sabor astringente, Molina (2005).

2.4.1 Uso de taninos

Por sus características, los taninos son especialmente beneficiosos tanto en la industria como en la medicina. En la medicina se utilizan para el cuidado de la piel y

la cicatrización de heridas. Los taninos tienen un efecto terapéutico al acelerar la cicatrización de heridas. Entre sus muchos usos medicinales están el tratamiento de la diarrea, antibacteriano, antídoto contra venenos, broncodilatador y propiedades antiinflamatorias.

Los taninos se emplean en las industrias de pinturas y tintas, así como en la elaboración de alimentos y bebidas. También es crucial señalar que se utilizan como inhibidores del crecimiento de bacterias debido a sus propiedades antimicrobianas, Villanueva (2007).

2.5. Tanino con las proteínas en bebidas alcohólicas.

Los taninos son bien conocidos por su capacidad de unirse a otras moléculas mediante fuerza covalentes, incluidas las proteínas y los carbohidratos, y por su astringencia y sabor amargo. Los taninos de alto peso molecular son mejores para precipitar proteínas que los taninos más pequeños, además favorece la formación de complejos proteínas-tanino, mientras que químicamente esta propiedad se manifiesta con el incremento de turbidez en los vinos blancos y la disminución de las proteínas totales solubles, siendo los taninos condensados los que evidencian esta característica de manera importante, Barbehenn y Constabel (2011).

2.6. La cerveza

Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2016) define que la cerveza es una bebida resultante de un proceso fermentativo controlado utilizando levadura de cerveza, el mosto de cebada malteada o extracto de malta, que ha sido previamente sometido a

un proceso de cocción con la adición de lúpulo. Parte de la cebada malteada o del extracto de malta se puede sustituir por aditivos para la elaboración de cerveza.

2.6.1. Malta

Para activar las enzimas del grano que tiene lugar durante la germinación y ser empleadas en el proceso de elaboración de la cerveza, la malta se define como cebada escogida que ha pasado por un procedimiento de germinación y secado, Barbado 82003).

2.6.2. El lúpulo

La flor femenina de la planta *Humulus lupulus* se conoce como lúpulo. Las cervecerías emplean el lúpulo por su potente capacidad amarga. El lúpulo contiene lupulina, unos gránulos amarillos que se encuentran en la flor femenina no fecundada. El lupulino tiene humulonas y lupulonas, que son ácidos cristalizables que dan amargor, y las humulonas y lupulonas tienen también lupulonas. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su capacidad de ser astringentes; este proceso se acelera con el oxígeno, la temperatura y la humedad. Para conservar el lúpulo, es crucial que se mantenga entre 0 °C y una humedad relativa del 70 al 75%, Insuasti y Carvajal (2010).

Figura 2

El lúpulo (Homulus lupulus).



Nota. Fuente: Insuasti y Carvajal (2010).

2.6.2.1. Composición del lúpulo

El lúpulo se distingue por su morfología, su sabor, su aroma y la concentración de ácidos alfa de su aceite esencial. Lo que necesita una variedad para poder utilizar en la elaboración de cerveza. Como estos compuestos son los responsables del amargor característico de la cerveza, es la concentración de alfaácidos, Sánchez (2011).

Tabla 6*Composición del lúpulo*

Ingrediente	Porcentaje (%)
Agua	10,0
Resina total	15,0
Aceite esencial	0,5
Taninos	4,0
Monosacáridos	2,0
Pectina	2,0
Aminoácidos	0,1
Proteínas (N6,25)	15,0
Lípidos y ceras	3,0
Ceniza	8,0
Celulosa Lecitina etc	40,0
Total	100,00

Nota. Fuente: Hough (2002).

2.6.2.2. Tipos de cerveza

Hay varias formas de clasificar las cervezas por el color, por los cereales de extracción del azúcar, la cantidad y el calibre de los ingredientes básicos, la composición del mosto y el calibre del mosto, Baiano y Terracome (2013)

2.6.2.3. Cerveza tipo Ale

Las cervezas Ale se fermentan a temperaturas comprendidas entre 16 y 24 °C utilizando el método de remontado en caliente, que favorece que las cepas de levadura suban a la superficie. *Sacharomyces cerevisiae*, la levadura empleada para la fermentación, tiene la capacidad única de llevar a cabo esta actividad en la superficie del mosto. *Sacharomyces cerevisiae*, la levadura empleada para la fermentación, tiene la capacidad única de llevar a cabo esta actividad en la superficie

del mosto. Alternativamente, pueden utilizarse levaduras “salvajes” o cepas de levaduras controladas para crear la fermentación alta. Fermentación alta es el término utilizado en el primer caso, y fermentación espontánea en el segundo.

El propio término “ale” se utiliza para designar a la cerveza; está relacionado etimológicamente con la antigua lengua sajona y solo describe el método de fermentación. Las variantes de este tipo son: ale suave, bitter, pale ale, brow ale, old ales, beer wine y altbier, Baiano y Terracome (2013).

2.6.3. Cerveza Lager

En alemán, lager significa “guardar” y es un proceso de fermentación controlada por levadura que utiliza *Sacharomyces carlsbergensis* o *Sacharomyces uvarum*. Las cervezas tipo lager (de fermentación baja) se fermentan a temperaturas de entre 3,3 y 13 °C, y su maduración puede durar entre 4 y 12 semanas.

Los sabores y fragancias de las cervezas son más suaves que los de las ales porque se emplean temperaturas más bajas durante todo el proceso de elaboración. Cuando el mosto está hecho, se envejece a una temperatura cercana a 0°C en tanques en la fábrica de cerveza. La familia de las lagers, que pueden tardar hasta un año en madurar, recibe su nombre de este procedimiento, Alves y De Faria (2008).

2.7. Apreciación de la cerveza

Verhoef (2003); señala que es bien sabido que la evaluación de la cerveza puede considerarse una simple valoración sensorial totalmente subjetiva, lo que significa que, incluso en el mismo entorno, distintas personas pueden tener opiniones

diferentes sobre la misma cerveza. También puede tratarse como una actividad justa, formal, metódica y técnica mediante un procedimiento de cata.

2.8. Temperatura de la cerveza

Al igual que ocurre con el vino, los distintos tipos de cerveza requieren temperaturas de servicio diferentes. Al igual que ocurre con el aroma, estas sustancias químicas son vulnerables a ser reprimidas por las bajas temperaturas, ya que son compuestos volátiles. Por ejemplo, la temperatura de servicio ideal para las cervezas de trigo y las cervezas sin alcohol es de 4 °C, mientras que la temperatura de servicio recomendada para muchas cervezas rubias oscila entre 6 y 8 °C. Por otro lado, las cervezas espesas y amargas exhiben sus mejores cualidades a una temperatura de 10°C. De hecho, servir las versiones especiales a temperatura ambiente las hace mucho más agradables, Verhoef (2003),

2.9. Calidad de la cerveza

La calidad de una cerveza se evalúa por los atributos del producto, como señala Lorente et al. (2012) los parámetros fisicoquímicos, como indicador de calidad en la cerveza, se toman en cuenta las propiedades sensoriales, que son de gran importancia, debido a que estas determinan su aceptabilidad.

2.10. Turbidez de la cerveza

El equilibrio de la cerveza se define como unidades de tiempo que transcurrió hasta alcanzar un determinado valor de enturbiamiento. La pérdida del brillo, el descendimiento de la transparencia, el grado de turbidez, incluso la floculación, precipitación y sedimentación, son las sucesivas expresiones visuales de la falta del

equilibrio o inestabilidad de la cerveza. Así, el enturbiamiento u opacidad de la cerveza puede ser ocasionado por las siguientes causas: biológica, coloidal y química, ésta última debido a diferentes agentes como el oxalato de calcio, Molina (2005).

Las proteínas y levaduras generadas por infecciones bacterianas y de levaduras que están suspendidas en la matriz líquida son las que inducen la turbidez. Las contaminaciones relacionadas con la fabricación son la segunda razón de la turbidez. La cerveza es un entorno favorable para que florezcan levaduras y bacterias peligrosas porque tiene un pH relativamente alto (4 o 5) y un alto contenido nutricional. Evidentemente, la turbidez provocada por la contaminación no es deseada, y a menudo puede distinguirse de una cerveza naturalmente turbia por el aroma (sabor) distintivo que la acompaña. La turbidez resultante puede ajustarse bastante a su estilo y tipo de cerveza preferidos experimentando con los periodos y temperaturas de elaboración, Verhoef (2003).

2.11. Clarificación de cerveza con tanino

Se trata de una serie de procedimientos físicos utilizados para acondicionar la cerveza que ha terminado de madurar antes de su posterior envasado. Consiste principalmente en filtrar la cerveza. El filtrado es necesario porque la decantación natural en el tanque es inadecuada para cumplir las normas de turbidez de la cerveza envasada. En la actualidad, se utiliza kieselguhr o kieselguhr como medio filtrante, y la cerveza filtrada se conoce como brillante. Es necesario controlar la presión del dióxido de carbono antes de envasar la cerveza. Normalmente, la cerveza absorbe la cantidad necesaria de dióxido de carbono durante la fermentación secundaria, pero si no es así, hay que ajustar la presión del gas, Gumier (2007).

Tabla 7

Resumen de tanino

Propiedades	Utilizacion	DOSIS min mg/L
Tanino elagico (roble, estaño)		
Moleculas oxidables, con capacidad para formar complejos; poco activas con las proteinas y taninos astringentes	prevenir efectos negativos de la oxigenacion en deposito	1.5 g/L
	Evitar y eleminar los olores de reduccion	1,0g/L
	Eliminar exceso de hierro y cobre	0,5 g/L
Tanino gálico		
Moelculas oxidables, con capacidad para formar complejos; poco activas con las proteinas y taninos amargos	Eleminar olores de reduccion en los vinos blancos.	0.5 g/L
	Eleminar ligeramente el turbio proteico	0.5 g/L
Tanino condesando (uva, quebrado)		
Moelcula activas con las proteinas y taninos astringentes; presenta capacidad de polimerización	Eleminar las proteinas y sobre encolado	1.0 g/L
	Estructurar el vino	1.0 g/L
	Estabilizar materia colorantes	2.0 g/L
	Eleminar notas de oxidación	0.5 g/L

Nota. Fuente: Guerra (1995).

Tabla 8*Clarificación de bebidas alcohólicas.*

Producto clarificante marca comercial	Aplicación	Cantidad por hectolitro	Posible combinación	Estado en el vino y carga eléctrica
a) Caseína seca	taninos		clarificación azul	
b) Caseína potásico	Tratamiento de vino mohos con mucho color, eliminación de tanino y color	6-50 g	Sala o antes de gelatina	Coloidal Disuelta
Tanino	Adición a la clarificación con gelatina en vinos pobres en taninos	2-10 g limite	Añadir antes de la gelatina en la relación	Disuelto
Sol silíceo	Adición a la clarificación con gelatina, preclasificación errores de sabor	10-15 g más que la gelatina	Añadir antes de la gelatina	Disuelto
a) Tierra de España Tierra de caolín	Estabilización vinos dulces pesados y mucilaginosos, viscosos	a) 100-400 g b) 200-600g	Clarificación posterior con ictiocola o gelatina	Sólido Suspensión
b) Bentonita de España Na muy hinchable b) Bentonita Ca poco hinchable Bentonitas mixtas	Estabilización proteica adsorción proteica tras test térmico o bento test	a) 500-250 g b) 80-400g b) según necesidad	Luego de la clarificación azul, gelatina	a) polvo granulado b) en agua o vino

Nota. Fuente: Lapatre (1988).

2.12. Amargor de la cerveza

El lúpulo impone el sabor clásico a la cerveza debido a sus compuestos de aceites esenciales y resinas amargas. Además, contiene taninos y compuestos fenólicos los cuales ayudan en el proceso de reducción del enturbiamiento, Rojas y Serna (2000).

El lúpulo se utiliza en las cervecerías por su fuerza amarga. El lúpulo se encuentra en las lupulinas (gránulos amarillos que se encuentran en las flores), es un ácido amargo que se puede cristalizar y le da la fuerza amarga, este ácido amargo es fácil de oxidar y polimerizar, perdiendo su fuerza amarga, este fenómeno es acelerado por el oxígeno, la temperatura y la humedad se vuelve importante para su conservación se debe colocar en un lugar adecuado a 0°C de temperatura, Gorostiaga (2008).

2.13. Intensidad de floculación tanino - proteína

La concentración de tanino y la cantidad en bebidas alcohólicas facilitan la floculación. A mayor pH mejor floculación la aireación durante el encolado facilita el proceso.

También existen el uso de taninos que se pueden complementar el uso de Tanino 200 g/hL para una clarificación con gelatina de 60 g/hL; El uso como coadyuvante de clarificación permite combinar una óptima eficacia en la clarificación respetando la estructura de las bebidas alcohólicas, Sáez (2013).

Figura 3

Diferencia de cerveza artesanal y cerveza industrial



Nota. Fuente: Sáez (2013).

2.14. Color de la cerveza

El primer factor que hay que tener en cuenta al evaluar el aspecto de una cerveza es su color. En el caso del vino, el productor rara vez modifica el color porque procede directamente de la fruta. Así que, aparte de las variaciones provocadas por la variedad de la fruta y la edad, el color del vino es bastante similar al que le da la materia prima. La cerveza se comporta de forma considerablemente diferente al vino en cuanto a tonalidad. Aunque sólo contiene un tipo de materia básica -los granos-, su tono se ve afectado por los tratamientos utilizados.

La combinación creada a partir de los distintos niveles de tostado de la malta da lugar a un amplio espectro de tonalidades que pueden variar desde el dorado claro hasta el

marrón casi oscuro. Por lo tanto, puede que no sea del todo adecuado utilizar el color de la cerveza como indicador de su edad, calidad o capacidad para identificar defectos de producción. Términos como "rubia", "ámbar", "cobriza", "marrón" y "negra" se refieren a clasificaciones empíricas que resultan familiares a la mayoría de los bebedores, pero que son sustituidas en el mundo técnico formal por unidades en escalas particulares como el EBC y el SRM., Verhoef (2003)

Tabla 9

Colores de cervezas clásicas

Cerveza	color	SRM
Pilsen	Pálido a dorado	2,0-6,0 SRM
Porter	Marrón oscuro a negro	17,0-35,0 SRM
Stout	Marrón hasta negro	20,0-40,0 SRM
Bock	Cobre profundo, marrón hasta negro	14,0-22,0 SRM
India pale ale	Ámbar con tonos naranja	8,0-14,0 SRM
American pale ale	Ámbar	5,0-14,0 SRM
Cerveza con trigo	Pajizos con tonos amarillos	2,0-8,0 SRM

Nota. Fuente: Verhoef (2003).

El SRM (Standard Reference Method), es un método mediante un espectrofotómetro, una herramienta analítica avanzada, se mide directamente el color, un proceso técnicamente más complejo que el de Lovibond. Esta tecnología ofrece total imparcialidad y gran precisión, a que no depende del sentido del color del operador, Verhoef (2003).

2.15. Acidez total de la cerveza

La acidez, que procede en parte del mosto y en parte de la fermentación, tiene un impacto pequeño pero significativo en el sabor, independientemente del alcohol. La cantidad total de ácidos presentes o la intensidad ácida de la cerveza se denomina acidez. La acidez total también se conoce como acidez titulable, que pretende dar cuenta de todos los ácidos presentes en la cerveza. Se sitúa en el rango de 5 g/L expresado como ácido tartárico o 3,25 g/L expresado como ácido sulfúrico, con un pH en el rango de 2,5-4,0; Cárdenas (2009).

2.16. Acidez volátil de la cerveza

Dado que las concentraciones superiores a 1,0 g/L se consideran indeseables para la calidad final de las bebidas alcohólicas, la acidez volátil se refiere a los ácidos que se liberan de las bebidas alcohólicas durante la destilación y que se valorizan en el destilado. La mayoría de estos ácidos son acéticos, Cárdenas (2009).

2.17. Alcoholes superiores de la cerveza

Para Piñero (2005), los alcoholes superiores tienen un efecto narcótico superior al alcohol etílico; la mayoría de ellos otorgan aromas desagradables a las bebidas alcohólicas, con la excepción del 2-feniletanol, que tiene un olor similar al de las rosas viejas, como olores alcohólicos, verdes, picantes, especiados, ásperos, etc. Debido a su aroma inherente, así como a su capacidad para actuar como disolventes de otros compuestos aromáticos volátiles presentes en las bebidas alcohólicas, los alcoholes superiores son componentes volátiles cruciales del complejo aromático.

Los alcoholes superiores, cuya producción está correlacionada con el metabolismo de los aminoácidos por las levaduras durante la fermentación, son los alcoholes más prevalentes en los destilados del vino. La reducción y descarboxilación de los ácidos carboxílicos, que pueden provenir de aminoácidos o azúcares, por la actividad de las levaduras durante la fermentación resulta en la formación de muchos de los alcoholes superiores. El tipo de levadura utilizada y las características de los aminoácidos presentes en el mosto determinarán los alcoholes superiores que se produzcan.

Hatta (2004) indica que la cantidad total de alcoholes superiores presentes en las bebidas alcohólicas, depende de la composición. La temperatura de fermentación también influye en el contenido de alcoholes superiores ya que a menos temperatura de fermentación (de 15 a 20°C) hay mayor formación de alcohol amílico y alcohol feniletílico (Phenylethyl alcohol)".

2.18. Análisis sensorial

La descripción y evaluación de la aprobación o el rechazo de un plato por parte de un catador o consumidor, basada en las sensaciones experimentadas durante y después de su consumo, se conoce como análisis sensorial. Al realizar el análisis sensorial debe tenerse en cuenta la secuencia en la que se evalúa el producto, Hernández (2005).

2.18.1. Pruebas escalares

Para evaluar el grado de agrado o desagrado de un producto, o cuánto gusta o disgusta, se realizan pruebas escalares afectivas. Estas pruebas tienen una amplia gama de aplicaciones prácticas, suelen ser sencillas de entender y los resultados

permiten tomar decisiones importantes sobre la comercialización del producto, posibles ajustes de la formulación, etc., Espinosa (2007).

2.18.1.1. Escala hedónica

Las escalas hedónicas verbales recopilan un conjunto de palabras que describen cuánto le gusta o le disgusta el bien al cliente. Para que al juez le resulte más sencillo identificar un punto de indiferencia, pueden tener un tamaño de entre cinco y once puntos y oscilar entre el mayor grado de agrado y el mayor nivel de desagrado.

Se debe muestrear la escala hedónica fácil, especialmente utilizadas por consumidores con un nivel cultural bajo, en poblaciones rurales o en pruebas realizadas con una población infantil que tienen dificultades para comprender escalas valoradas., Espinosa (2007).

2.18.2. Factores que influyen en el resultado sensorial

“Un buen análisis sensorial requiere que observemos a los panelistas como instrumentos de medición que son variables a través del tiempo, y muy propensos al sesgo. Para minimizar esta variabilidad es necesario conocer cuáles son los factores psicológicos que pueden influenciar a un panelista”, Carr (2007).

2.18.3. Error de lógica

“Estos errores ocurren cuando dos o más características de las muestras están asociadas en la mente de los evaluadores. Por ejemplo, los evaluadores de cerveza saben que la cerveza negra tiende a tener un sabor más fuerte, por lo que el panelista puede indicar un resultado basado en su percepción”, Carr (2007).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios Control de Calidad y el laboratorio de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ubicada en la Av. universitaria s/n, campus Universitario de provincia de Huamanga región de Ayacucho Perú.

3.1.1. Ubicación geográfica

El huerto de donde se recolectaron las vainas de tara queda en el distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga - Región de Ayacucho, con altitud media de 2557 m.s.n.m.

3.2. Materia prima en estudio

La materia prima utilizada fue la malta de cebada, ya que al igual que el agua es esencial para la elaboración de la cerveza.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales

- ✓ 4 vasos de vidrio precipitados de 1 L; 500 mL; 250 mL y 100 mL.
- ✓ 4 matraz Erlenmeyer de 250 mL.
- ✓ 1 matraz Kitasato de vidrio de 500 mL.
- ✓ 2 varillas de vidrio.
- ✓ 1 termómetro de escala de 150 °C.
- ✓ 10 tubos de ensayo de 10 mL de vidrio.

- ✓ 8 placas Petri de vidrio.
- ✓ 3 probetas de vidrio de 500; 250 y 100 mL.
- ✓ 1 pipeta de vidrio de 10 mL
- ✓ Luna de reloj de vidrio.
- ✓ Papel filtro Whatman #54
- ✓ Refractómetro de escala 0 – 32°Brix
- ✓ Alcoholímetro de escala 0 – 100 %
- ✓ Densímetro de 0,700 – 1000
- ✓ Tamizador N.º 90 μ m
- ✓ Embudo de vidrio
- ✓ Mortero y pilón.
- ✓ 2 baldes de plástico de 20 L

3.3.2. Equipos

- ✓ Rota vapor – marca BUCHI R-II
- ✓ Molino de disco de acero inoxidable – marca CORONA
- ✓ Secador MEDCENTER EINRICHTUNGEN GMBH
- ✓ Turbidímetro VELP SCIENTIFICA
- ✓ Balanza digital ES-2100A

3.3.3. Insumos

- ✓ Malta de cebada
- ✓ Lúpulo (*Humulus lupulus*)

- ✓ Levaduras (*Saccharomice cereviciae*)

3.3.4. Reactivos

- ✓ Etanol de 70, 65, 55, 45 °GL
- ✓ Solución de yodo
- ✓ Éter etílico
- ✓ NaOH
- ✓ C₂₀H₁₄O₄

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Extracción de taninos de tara.

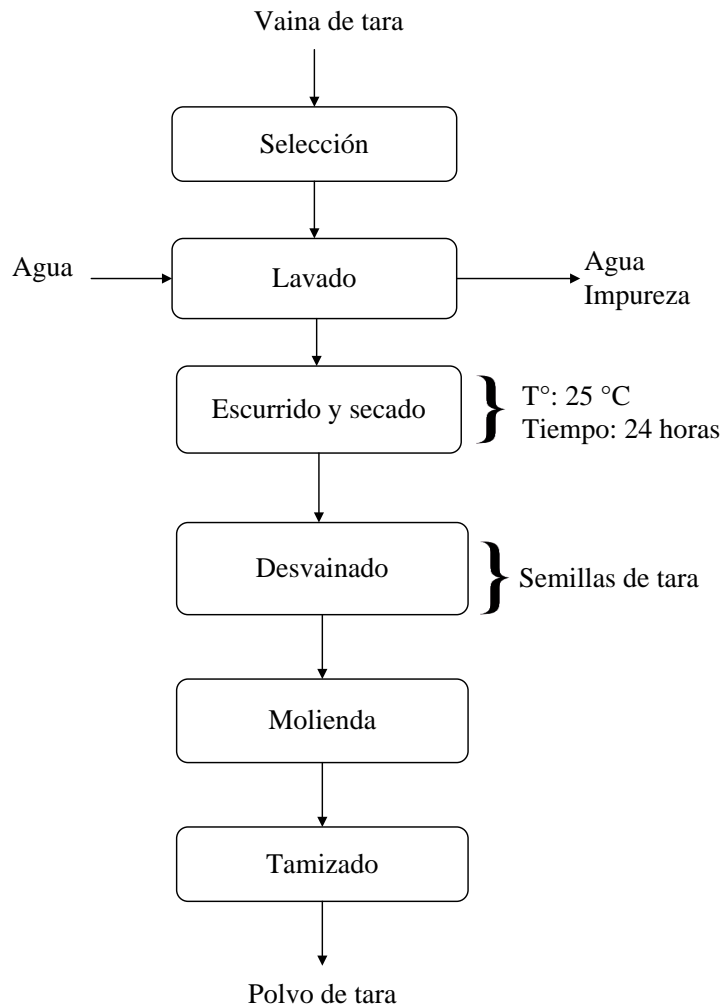
- a) Selección:** Primero que se realizó la limpieza, se quitó las materias extrañas (hojas, palillos y piedrecillas), así como las vainas defectuosas o de coloración extraña.
- b) Lavado:** Todas las vainas de tara que han sido seleccionadas fueron sumergidas en agua y pasaron por un lavado para eliminar restos de arenilla que pudieran tener alguna de ellas.
- c) Escurrido y secado:** Luego del lavado, las vainas de tara fueron escurridas y pasaron a ser secadas, se extendieron en una fuente y se secaron a una temperatura de 20 - 25 °C por 24 horas para obtener así vainas de tara secas y limpias.
- d) Desvainado:** Se rompieron las vainas manualmente y se quitaron las semillas separándolas para así solo obtener el pericarpio de la vaina de tara que fueron extraídas.

e) **Molienda:** Las vainas de tara que fueron separadas pasaron a ser molidas con un molino tradicional con disco giratorio donde se redujo el tamaño de la cáscara de tara.

f) **Tamizado:** Se realizó el tamizado del polvo de vainas de tara con un tamiz de malla N° 90, obteniendo partículas homogéneas, pasando así a un segundo tamizado con una malla N° 40.

Figura 4

Diagrama de bloques del acondicionamiento de la materia en estudio.



- Luego de realizar la molienda de la vaina de tara se procede con el pesado de 150 g de muestra, en una probeta medir 750 mL de etanol con una relación de (1: 5) hasta cubrir toda la muestra para que pueda diluir al polvo de tara.
- Colocar sobre un rota vapor BUCHI con agitación constante, mantener en ebullición por 30 minutos.
- Enfriar durante 30 minutos; después filtrar al vacío en papel Whatman #54 colocar la muestra en placas Petri de vidrio y pasar a secar en una estufa a 70 °C durante 24 horas transcurrido el tiempo de secado se obtiene láminas de cristal el cual pasa a molienda. Finalmente realizar el tamizado en una malla de N° 90 micras, Cano (2002) citado por Aguilar (2012).

3.4.2. Elaboración de cerveza artesanal

- a) **Molienda:** La molienda de la malta se realiza utilizando un molino de discos de acero inoxidable. En este proceso lo ideal es obtener un 20% de harina de malta, 70% de grano partido de malta y 10% de grano entero aproximadamente.
- b) **Maceración:** Macerar primero a una temperatura de 53°C durante 40 minutos, pasado este tiempo mantener a 63°C por 40 minutos, se va incrementando la temperatura para así macerar a 75°C por 40 minutos y finalmente pasando a punto de ebullición durante 40 minutos.
- c) **Filtración:** Luego de la maceración se realiza la primera filtración obteniendo así el mosto.
- d) **Cocción de mosto:** Mantener en ebullición durante 60 minutos, cuando inicia la ebullición se agrega el 50% del total de lúpulo, cuando llega a los 45 minutos de haber hervido se adiciona el 25% de lúpulo restante para conseguir el sabor

característico y en el minuto 55 agregar el 25% de lúpulo final, el cual servirá para dar el aroma, sabor y olor a la cerveza, así también prolongar su vida útil una vez embotellada, evitando la proliferación de bacterias.

e) Filtración y enfriamiento: Se realiza la segunda filtración dejando así bajar la temperatura hasta 20°C, para luego adicionar la levadura cervecera (esta levadura se tiene que activar con 10 mL de agua a una temperatura de 30°C).

f) Primera fermentación: Para obtener una cerveza ale mantener la fermentación a temperatura (18 a 25°C) de 5-7 días, desde el segundo al cuarto día ocurre una actividad importante dentro de la botella, generando una espuma de color marrón y movimiento de elementos que suben y bajan dentro del mosto. A partir del cuarto día, la actividad prácticamente cesa, observándose que en el fondo de la botella comienza a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comienza a tomar un color diferente.

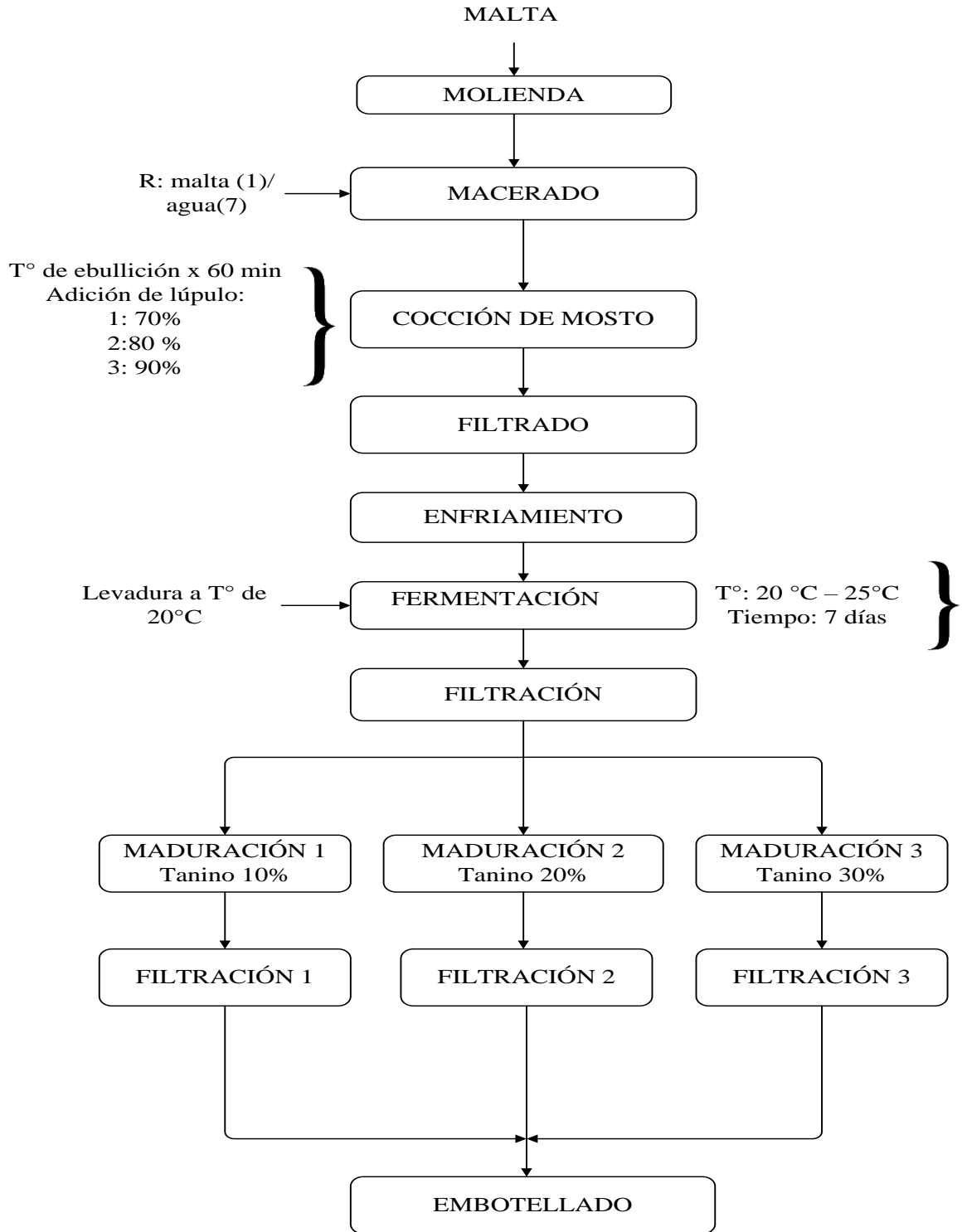
g) Filtrado: Transcurridos 7 días de fermentación, se realiza el trasvase de la cerveza. Este proceso se realiza para eliminar la capa de residuos que se formó durante la fermentación en donde se obtiene pérdida del 8 al 10%.

h) Maduración: Luego de realizar el filtrado del mosto se procede a realizar la inoculación de los taninos en diferentes porcentajes (10%, 20% y 30%), complementado al total del lúpulo que se sustituye (90%, 80% y 70%) respectivamente, y son almacenados por 15 días más y colocados a distintas temperaturas (5°C, 10°C y 20°C).

i) Filtrado y embotellado: Finalizando el proceso de maduración se realiza el filtrado final para luego pasar al embotellado de la cerveza artesanal.

Figura 5

Diagrama de bloques de cerveza artesanal.



3.4.3. Sustitución parcial del lúpulo con tanino

Se utilizó tres formulaciones donde se trabajó con diferentes porcentajes de tanino 10%, 20% y 30% y a diferentes temperaturas (5, 10 y 20 °C), realizando 27 repeticiones de los análisis sensoriales de los variables se presentan resultados de la evaluación sensorial de las características de color, olor y sabor utilizando el DCA con arreglo Factorial con 2 factores y 3 niveles, los resultados fueron analizados con el ANOVA a un nivel de confianza de 95 %.

3.4.4. Preparación de muestra

Se debe eliminar el CO₂, donde la muestra se transfiere a un recipiente de vidrio de boca estrecha, cuyo volumen debe ser el doble de la muestra y se lleva a una temperatura de 20 – 25°C. El gas presente en la cerveza se elimina realizando agitación en el recipiente, primero se agita con suavidad luego con mayor fuerza, hasta que no se escape ningún gas de la cerveza. Si la muestra contiene materias en suspensión, se lleva a una filtración con papel filtro cubriendo el embudo, obteniendo líquido libre de CO₂ y se reduce la evaporación, Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC,1994).

3.4.4.1. Método para determinar turbidez de la cerveza

- Determinación de turbidez de cerveza, ICONTEC (1994).

3.4.4.2. Método Espectrofotométrico para determinar color de cerveza.

- Determinación de color de cerveza, ICONTEC (1994).

3.4.4.3. Método para determinación de la acidez total de cerveza.

- Determinación de acidez total de cerveza, ICONTEC (1994).

3.4.4.4. Método para determinación de la acidez volátil de cerveza.

- Determinación de acidez volátil, ICONTEC (1994).

3.4.4.5. Determinación de alcoholes superiores de la cerveza

- NTP 210.021:2017 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo.

Determinación de alcoholes superiores.

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Diseño experimental para extracción de tanino de tara

El diseño experimental usado fue el DCA con arreglo Factorial de 3^2 con 3 repeticiones.

Siendo el modelo de diseño completamente al azar el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + (TA)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

i: 1;2; 3;...;t (tratamiento)

j: 1;2; 3;...;t (tratamiento)

Donde:

Y_{ij} : Respuesta observada en el i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición.

μ : Efecto de la media general (Factor constante).

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento del parámetro de temperatura.

A_j : Efecto del j-ésimo tratamiento del parámetro de Alcohol.

$(TA)_{ijk}$: Efecto de interacción de la j-ésima repetición de temperatura sujeto a la i-ésima repetición de Alcohol.

ϵ_{ijk} : Efecto del error experimental

Tabla 10

Diseño experimental para la extracción de tanino de tara (Caesalpinea spinosa).

Tratamiento	Temperatura (T°)	Alcohol	% Rendimiento		
			R ₁	R ₂	R ₃
1	40	45			
2	40	55			
3	40	65			
4	50	45			
5	50	55			
6	50	65			
7	60	45			
8	60	55			
9	60	65			

3.5.2. Diseño experimental para sustitución parcial de lúpulo con tanino.

Se realizó el método de Diseño Factorial de 3^2 con 3 réplicas, utilizando Software Minitab 18; se estudió los factores experimentales y las gráficas respectivas.

Tabla 11

Diseño luego de sustitución de lúpulo con tanino de tara en la cerveza artesanal.

Tratamiento	Cantidad de tanino (%)	Temperatura (°C)
1	10	5
2	20	5
3	30	5
4	10	10
5	20	10
6	30	10
7	10	20
8	20	20
9	30	20
10	10	5
11	20	5
12	30	5
13	10	10
14	20	10
15	30	10
16	10	20
17	20	20
18	30	20
19	10	5
20	20	5
21	30	5
22	10	10
23	20	10
24	30	10
25	10	20
26	20	20
27	30	20

Procesamiento y análisis sensorial

En el procesamiento los datos obtenidos en la experimentación se realizó el procesamiento y evaluación estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95%; para la prueba del análisis sensorial se

utilizó la prueba afectiva de aceptación con escala hedónica al cual se empleó la prueba de Tukey con un 5% de nivel de significancia.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Respuesta en el j-ésimo panelista del i-ésimo tratamiento.

μ : Promedio global.

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del j-ésimo panelista.

ε_{ijk} : Error aleatorio.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas de las vainas de tara

La evaluación de las características físicas fue primordial en la investigación para la extracción del tanino de las vainas de tara (*Caesalpinia spinosa*), estas vainas fueron seleccionadas con un grado de intensidad de coloración en la cáscara y la madurez del fruto para la extracción de los taninos, al obtener este se observa la coloración característica, el olor, el tamaño y la forma adecuada de las vainas de tara, separando así las vainas que se encontraban con diferente aspecto. La planta de la tara estudiada tiene más de 80 años de antigüedad y los frutos continúan manteniendo sus características físicas.

Luego del análisis físico realizado en las vainas de tara tienen gran similitud a lo mencionado por Cabello (2009) señala que las vainas de la tara poseen racimos de 8 – 12 cm de longitud con frutos rojizos ligeramente comprimidos de 6 – 11 cm de longitud, indehiscentes de color rosado, con el mesocarpio arenoso, esponjoso, y teniendo 9 – 12 semillas de unos 1 x 0,5 x 0,3 cm reniformes de color marrón pardo. En la tabla 12 se muestran las características físicas de las vainas en estudio teniendo un peso, color y otras características físicas establecidas, estas características son favorables para la extracción de los taninos tanto en el sabor, olor y punto de astringencia del tanino.

Tabla 12*Características físicas de las vainas de tara*

Características físicas	Resultados
Peso (g)	25 - 40 g
Tamaño largo - ancho (cm)	8 - 11 cm y 1,5 - 2,5 cm
Olor	Característico
Forma	Cilíndricas alargadas
Color	Rojizo o amarillo claro
Sabor	Astringente

4.2 Análisis de rendimiento en la extracción de tanino

Se evaluó las características físicas de las vainas de tara, una vez obtenido la cáscara triturada se utilizó etanol a diferentes concentraciones, 45°,55° y 65°GL, sometido a temperatura de extracción de 40°C,50°C y 60°C, estas muestras pasaron por agitación constante y posterior enfriado, pasando así a obtener la tabla ANOVA.

Tabla 13

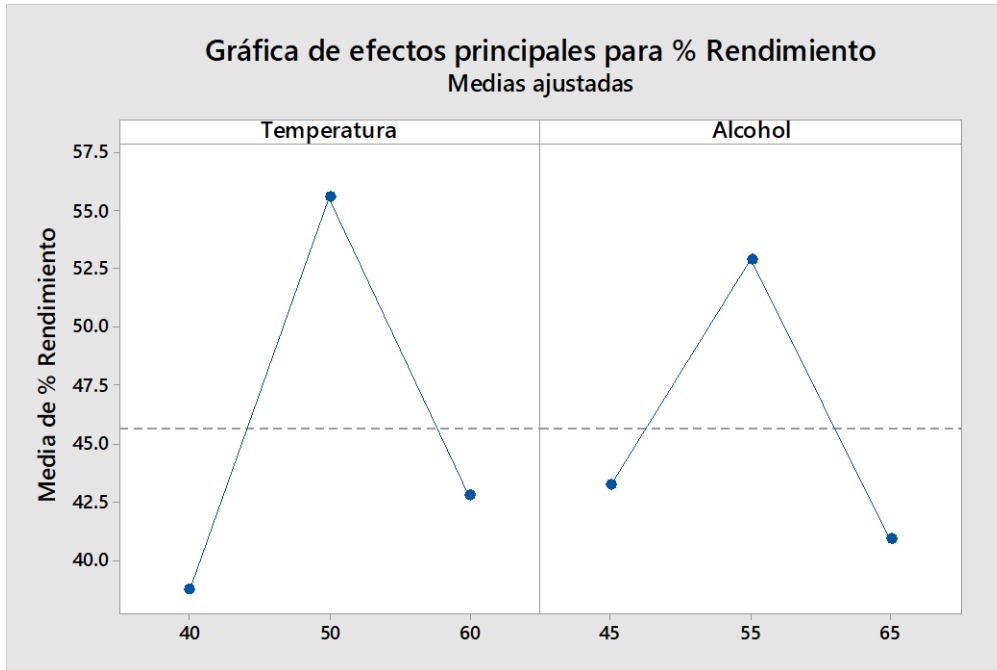
Análisis de varianza (ANOVA) para la extracción de tanino de tara.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	1386,11	693,05	3524,01	0,003
Alcohol	2	727,68	363,84	1850,04	0,001
Temperatura*Alcohol	4	520,2	130,05	661,27	0,001
Error	18	3,54	0,19		
Total	26	2637,53			

En la tabla 13 del análisis de varianza (ANOVA) para la extracción de los taninos hay diferencia significativa para la temperatura ya que α (0,05) es mayor al valor-p = 0,003 y en caso del grado de alcohol es mayor al valor-p = 0,001 también indica diferencia significativa empleada en la extracción de tanino de tara a un nivel de confianza del 95%, entonces esto indica que tanto la cantidad de tanino y alcohol tienen efecto en la extracción del tanino. De igual manera ocurre en la interacción de ambos factores ya que ambos intervienen en la extracción esto se da por la solubilidad que tiene el tanino vegetal tal como menciona Molina (2005), que los taninos son polímeros poli fenólicos producidos por las plantas ya que estos se diferencian de los taninos químicos por su forma hidrolizable y ya los taninos obtenidos de las plantas tienden a hidrolizar con dificultad y la solubilidad del tanino vegetal es con acetona y alcohol etílico diluido; es por ellos que se utilizó soluciones de alcohol entre 45 – 65 °GL para realizar la extracción del tanino de tara.

Figura 6

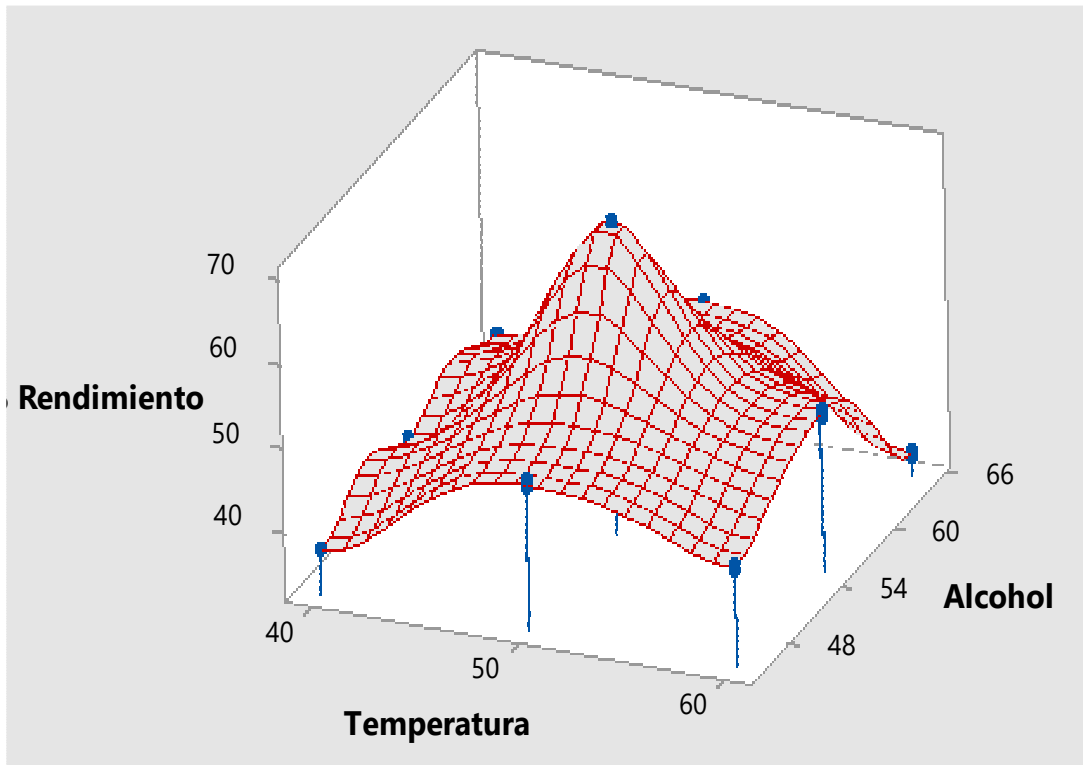
Efectos principales de extracción de tanino



En la figura 6 se muestran los efectos principales donde la temperatura como el grado alcohólico influyen en la extracción del tanino, se realizaron 9 muestras de extracción con tres replicas (27 corridas) y las pruebas realizadas muestran que a una temperatura de 50°C con etanol de 55° se tiene un mejor rendimiento de extracción y el porcentaje de tanino es mayor que 55%, y las que menor rendimiento se muestran son las de temperatura 40°C y etanol de 65°GL ya que la medida de rendimiento es menor a 40%.

Figura 7

Superficie de respuesta de porcentaje de rendimiento vs. alcohol; temperatura.



4.3 Análisis estadístico de cerveza artesanal después de la sustitución

parcial de lúpulo.

4.3.1 Análisis estadístico de la turbidez de la cerveza artesanal

Una vez añadido a la cerveza artesanal el tanino para la sustitución del lúpulo en diferentes cantidades y a diferentes temperaturas que son consideradas en el diseño experimental se realizó el análisis de variabilidad para la turbidez en la cerveza artesanal mostrada en la tabla 14 del análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 14*Tabla de análisis de varianza para la turbidez de la cerveza artesanal.*

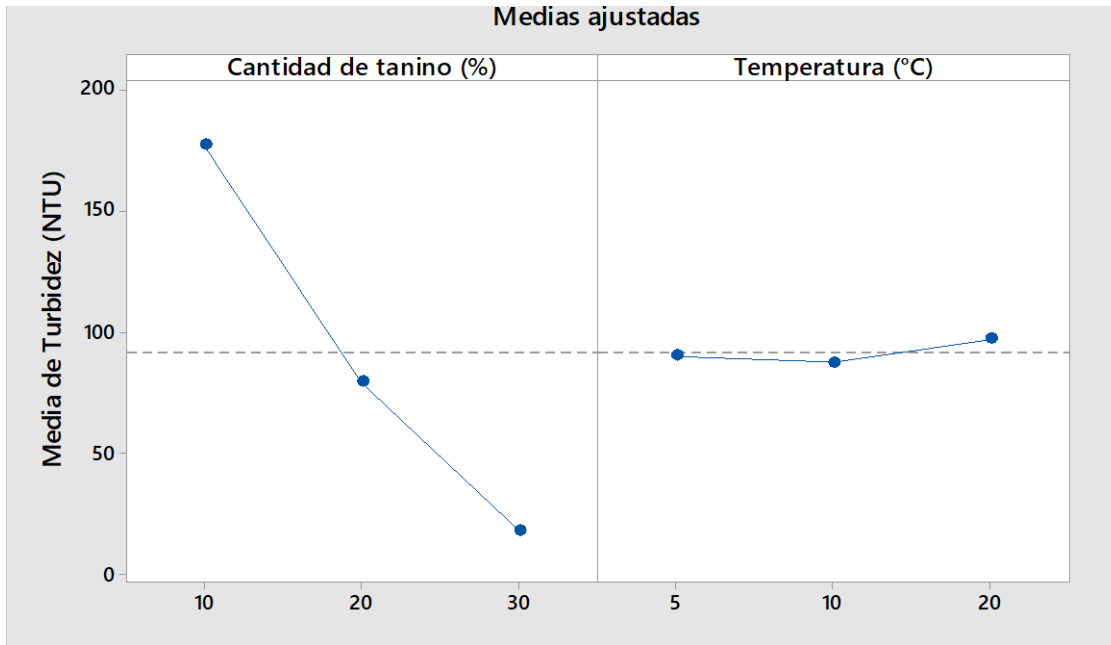
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de tanino (%)	2	115554	57776,9	9273,43	0.000
Temperatura (°C)	2	420	209,8	33,67	0,000
Cantidad de tanino (%) * Temperatura (°C)	4	991	247,7	39,76	0,000
Error	18	112	6,2		
Total	26	117076			

El análisis de varianza muestra que el porcentaje de tanino hay diferencia significativa porque el valor – p es $0,000 \leq \alpha (0,05)$ a nivel de significancia de 5%, en la temperatura el valor – p es $0,000 \leq \alpha (0,05)$ también tiene efecto significativo en la clarificación de la cerveza artesanal; en efecto la cantidad de tanino añadido influye en la reducción de la turbidez de la cerveza artesanal. Esto debido a que el tanino actúa como un clarificante indirecto, Gumier (2007) afirma que una cerveza obtenida tras la maduración y decantación natural que hay en la guarda es insuficiente para obtener una cerveza con los parámetros de calidad exigidos en cuanto a turbidez, mientras sea brillante la calidad de esta es mejor; desde el punto de vista de Molina (2005) el equilibrio de la cerveza define por el tiempo que transcurre hasta alcanzar un determinado valor de enturbiamiento, el descendimiento de la transparencia, la pérdida de brillo, el grado de turbidez, incluso la floculación, precipitación y sedimentación muestra inestabilidad de la cerveza, el enturbiamiento

u opacidad de la cerveza puede ser ocasionado por causas biológicas, químicas y coloidales estos pueden ser ocasionadas por la presencia de oxalato de calcio en las cervezas artesanales; Verhoef (2003), señala que la turbidez de la cerveza es ocasionada por las proteínas y levaduras suspendidas en la matriz del líquido de la cerveza, la segunda causa que ocasiona la turbidez de la cerveza es la contaminación durante el proceso de manufactura. Villanueva (2007) indica que los taninos actúan con antimicrobianos y son utilizados como inhibidores del crecimiento de microorganismos; entonces al adicionar mayor cantidad de tanino (30%) y lúpulo (70%) tienen mejor efecto para reducir la turbidez como indican los autores Barbehem y Constabel (2011) afirman que el tanino tiene la capacidad de unirse las macromoléculas como hidratos de carbono y las proteínas mediante una fuerza covalente y esto hace que precipiten las proteínas, en caso de la temperatura aplicada Verhoef (2003) considera que la temperatura en la que se debe conservar y servir las cervezas cambia según el tipo como en el caso del aroma, ya que son sustancias volátiles, las cervezas espesas y amargas presentan mejor sus propiedades a temperatura de 10°C, ya que resultan tener susceptibilidad de quedar atrapados por temperaturas reducidas ; lo cual en la investigación también tuvo mejor precipitación a esa temperatura.

Figura 8

Efectos principales de la turbidez en la cerveza artesanal.

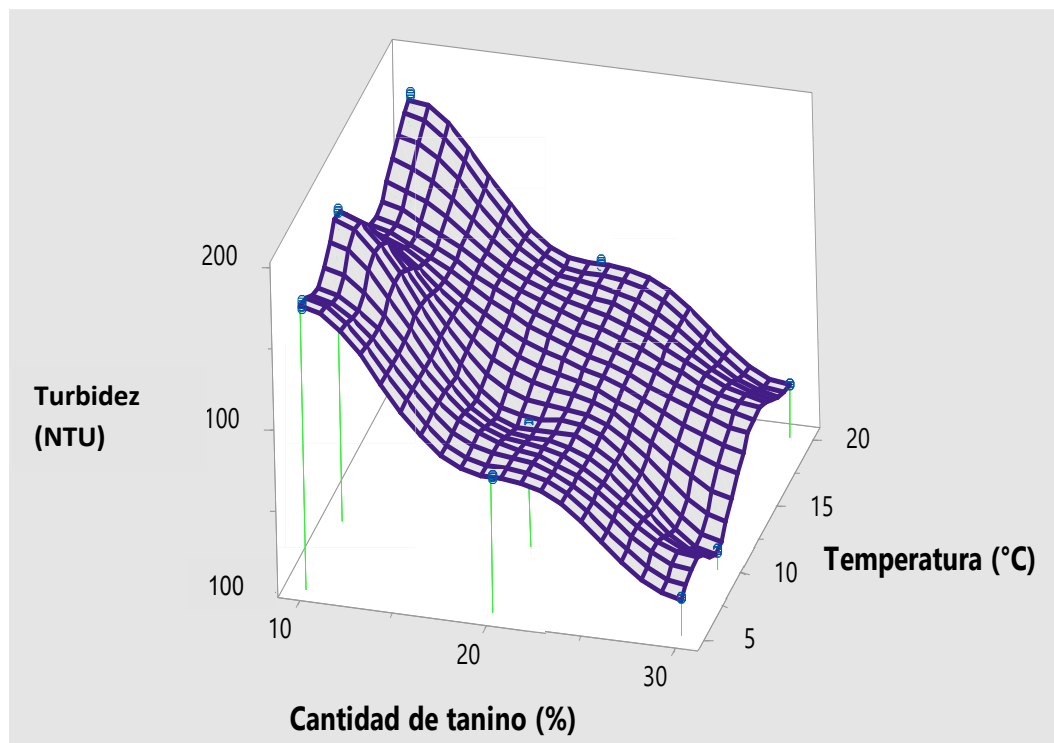


En la figura 8, se evidenció que mientras menos sea el porcentaje de tanino añadido el producto tiene mayor turbidez; sin embargo, también muestra que al añadir 30% de tanino la turbidez es menor a 50 NTU, en la investigación realizada resultó una turbidez de 7,5 NTU lo cual es mucho menor a diferencia de los demás tratamientos; en caso de la temperatura a 10°C tiene mejor efecto en la reducción de turbidez. Según Molina (2005), plantea que los taninos ayudan en la sedimentación de las partículas suspendidas el cual tiene efecto clarificante en la cerveza artesanal; su mejor efecto resulta a una temperatura de 10 °C, la turbidez de la cerveza artesanal tiene también como factor importante la correcta cadena de frío empleada y tendría muy pocas probabilidades de deterioro. La sustitución que tuvo mejor efecto fue el

tratamiento M6 (cantidad de tanino de 30 % y temperatura de 10 °C), obteniendo una cerveza más clarificada presentando un nivel de turbidez menor a los demás tratamientos y este se debe a la cantidad de tanino empleado y las temperaturas de conservación sometidas.

Figura 9

Superficie de respuesta para la turbidez de la cerveza artesanal.



4.3.2. Análisis estadístico del color de la cerveza luego de la sustitución de lúpulo con tanino.

Una vez añadido el tanino para la sustitución del lúpulo en diferentes porcentajes en la cerveza artesanal y a diferentes temperaturas que son consideradas en el diseño experimental se realizó el análisis de variabilidad para la coloración en la cerveza artesanal.

Tabla 15*Análisis de varianza para la coloración de la cerveza artesanal.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de tanino (%)	2	6,249	3,124	1,83	0,189
Temperatura	2	6,476	3,238	1,90	0,179
Cantidad de tanino (%) * Temperatura	4	9,899	2,475	1,45	0,258
Error	18	30,701	1,706		
Total	26	53,324			

En la tabla 15 de ANOVA, se observa que el Valor - p de la temperatura es $0,179 \geq \alpha (0,05)$; lo cual indica que no hay diferencia significativa en la coloración de la cerveza artesanal; de la misma forma ocurrió en caso del porcentaje de tanino el valor-p es $0,189 \geq \alpha (0,05)$ en el cual no hay diferencia significativa al igual que la temperatura entonces no tienen ningún efecto en la coloración; como sostiene Verhoef (2003), que un elemento principal que debe tener en cuenta en el momento de la evaluación de la cerveza es su color, este color está principalmente suministrado por la materia prima empleada, su tonalidad aunque proviene de un solo ingrediente que son los granos de cebada ya que estos toman el color que inicialmente se da mediante aplicación de temperatura o tostado y la mezcla que se puedan realizar con ella los cuales generan una variedad de colores resultantes como un tono pálido a un o marrón oscuro; es por ello que la cantidad de tanino y temperatura no tienen implicancia en la coloración de la cerveza artesanal que se evalúa ya que otros son los factores los cuales generan la tonalidad de coloración de la cerveza artesanal

Figura 10

Diagrama de Pareto estandarizada para la coloración de la cerveza artesanal.

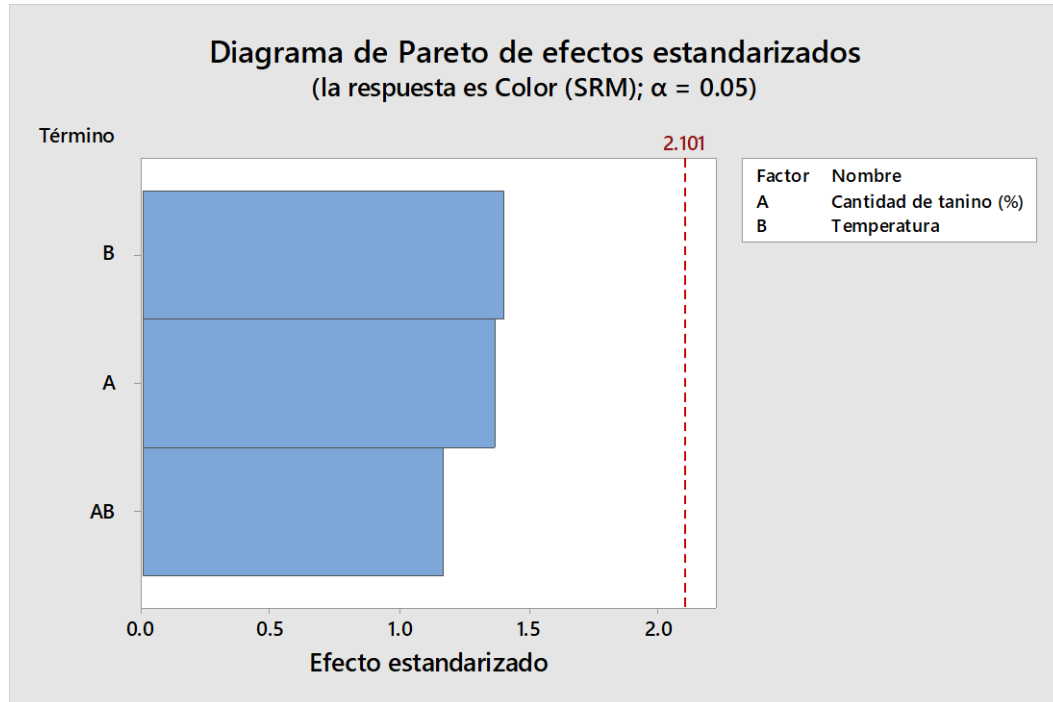


Figura 10 del diagrama de Pareto se percibe que no hay efecto significativo en la coloración de la cerveza artesanal, y se nota que los factores A, B y AB son menores y no superan la línea de referencia del efecto estandarizado en estudio, por lo tanto, la cantidad de tanino (A) añadido y temperatura (B) que fueron sometidas no influyen en el cambio de color de la cerveza. Lovibond (2008), plantea que los compuestos responsables de la coloración son las melanoidinas producto de la caramelización, pirolisis y polifenoles oxidados presentes en la cerveza, se generan por reacciones de pardeamiento no enzimático (reacciones de Maillard) durante el tratamiento térmico del malteado; en la elaboración de la cerveza artesanal la coloración de la malta es el que predomina en la coloración del producto final, ya que al añadir los taninos no generan ningún cambio significativo.

4.3.3. Análisis estadístico de la acidez total de la cerveza

Tabla 16

Análisis de varianza – ANOVA para la acidez total.

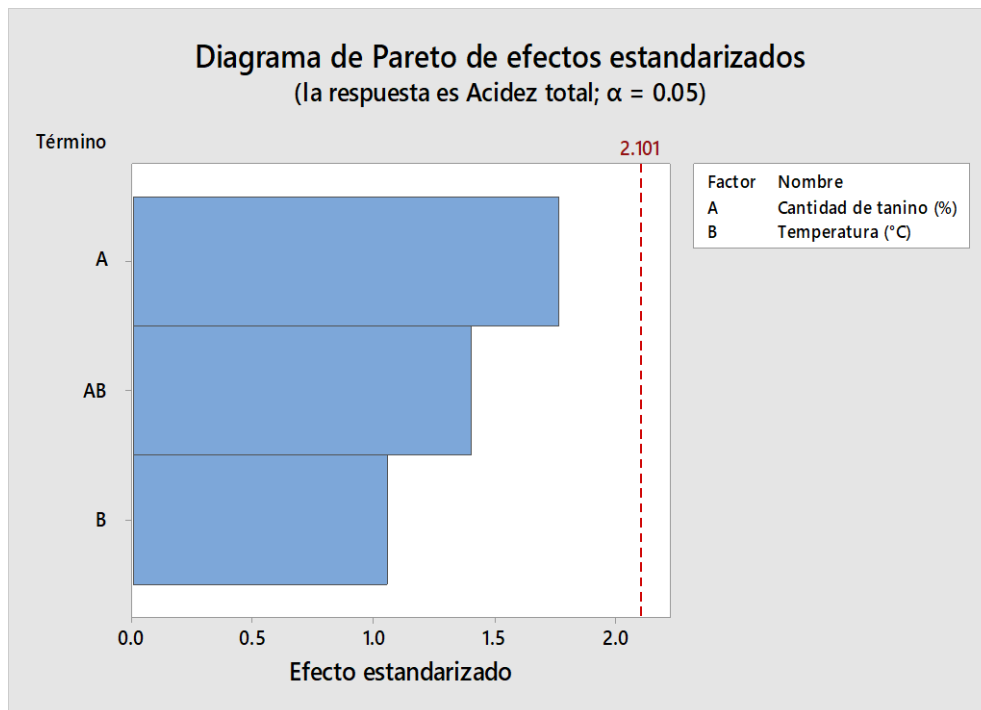
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de tanino (%)	2	0,001832	0,000916	2,68	0,095
Temperatura (°C)	2	0,000864	0,000432	1,27	0,306
Cantidad de tanino (%)*Temperatura (°C)	4	0,002416	0,000604	1,77	0,179
Error	18	0,006144	0,000341		
Total	26	0,011256			

En la tabla 16 de análisis de varianza; se observa que, la cantidad de tanino valor – p (0,095) $\geq \alpha$ (0,05) el cual indica que no hay diferencia significativa; con la temperatura ocurrió lo mismo el valor – p (0,306) $\geq \alpha$ (0,05). En ambos factores no hubo ningún efecto en la cerveza artesanal posterior a la sustitución parcial del lúpulo con tanino, por ello la acidez total no implica con ninguna variación en la cerveza. Cárdenas (2009) asevera que la acidez en la cerveza tiene influencia en el sabor, formando una característica esencial, esta acidez proviene en parte de la fermentación del mosto, la acidez total se refiere a la acidez titulable, que incluye a todos los ácidos presentes en la cerveza está relacionado directamente con el pH de la cerveza; entonces los tratamientos estudiados al no presenta ningún efecto significativo no posee ningún cambio de sabor en nuestra cerveza artesanal, teniendo en cuenta a Gonzales (2017), mientras menor sea la acidez de una cerveza, mejor será la estabilidad de espuma y sabor ya que es más suave, en los 9 tratamientos y las

sustituciones realizadas todos tienen acidez total en cantidad menores, esto nos indica que tanto la espuma que se generó en la maduración y el sabor de la cerveza artesanal mantiene sus características originales porque los ácidos presentes no son notorios y la reducida presencia de este ácido hace que la cerveza artesanal mantenga sus cualidades por más tiempo y sea un producto que despierte interés de los consumidores y mantenga ese sabor ligero y suave sin variación por la acidez total.

Figura 11

Diagrama de Pareto estandarizada para la acidez total de la cerveza.



En la figura 11 se muestra el diagrama de Pareto de efectos estandarizados a un nivel de confianza del 95%, las barras de los factores de cantidad de tanino (A) y temperatura (B) indican que no hay diferencia significativa porque son menores a la línea de referencia de efecto estandarizado (2,101), entonces la acidez total no tiene

implicancia y no tiene efecto en la cerveza artesanal luego de realizar la sustitución parcial del lúpulo con tanino.

4.3.4 Análisis estadístico de la acidez volátil de la cerveza artesanal

Tabla 17

ANOVA - análisis de varianza para la acidez volátil.

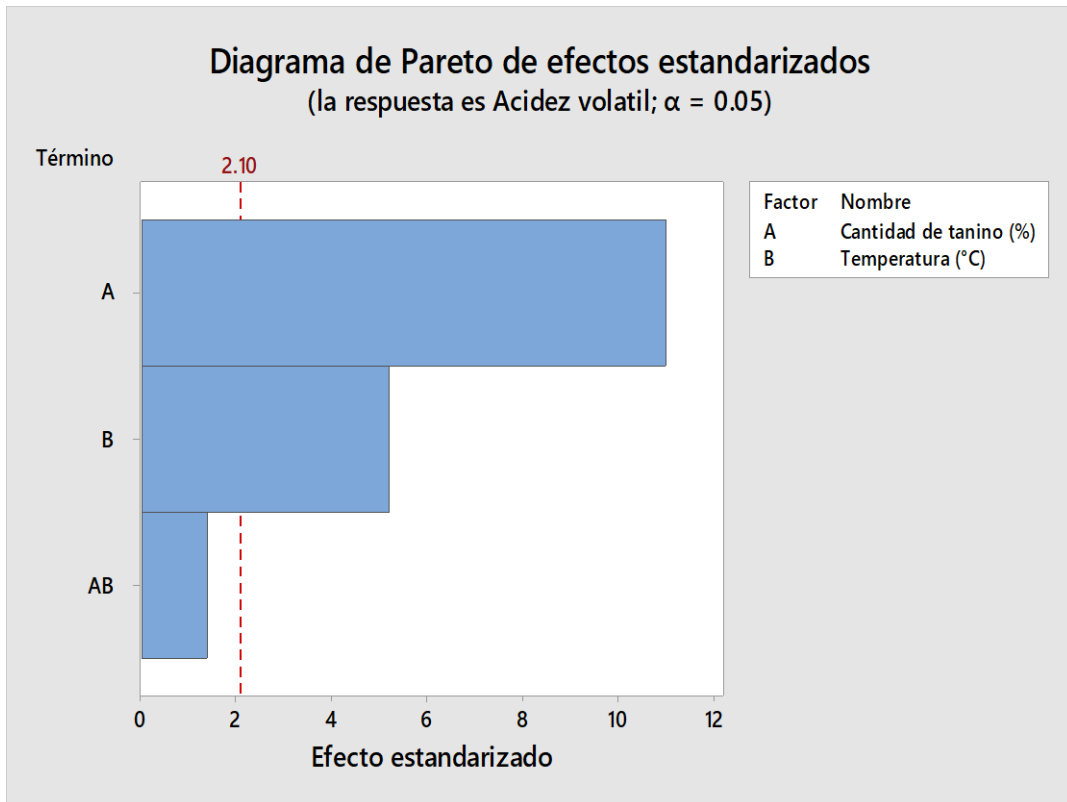
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de tanino (%)	2	0,179052	0,089526	74,38	0,000
Temperatura (°C)	2	0,041985	0,020993	17,44	0,000
Cantidad de tanino (%) * Temperatura (°C)	4	0,008504	0,002126	1,77	0,180
Error	18	0,021667	0,001204		
Total	26	0,251207			

En la tabla 17 se muestra el análisis de varianza para la acidez volátil, en relación a la temperatura el valor-p (0,000) es menor que $\alpha(0,05)$ este resultado indica que hay diferencia significativa, en cuanto a la cantidad de tanino (%) el valor - p (0,000) es menor que $\alpha(0,05)$ esto nos indica que hay diferencia significativa, por lo tanto la cantidad de tanino que es añadido para la sustitución parcial del lúpulo en la cerveza tiene un efecto significativo; como afirma Cárdenas (2009); la acidez volátil está referido a los ácidos que se desprenden de las bebidas alcohólicas en la fermentación, la acidez volátil son mayores a 1 g/L ya que si esto ocurre las bebidas alcohólicas son desfavorables en cuanto a calidad en las cervezas artesanales, entonces el principal ácido es el ácido acético, que es el ácido volátil con un impacto en la cerveza

artesanal en la investigación tuvo efecto significativo al realizar la sustitución pero este ácido no es relevante y no perjudica en la calidad de nuestra cerveza artesanal.

Figura 12

Diagrama de Pareto estandarizado para la acidez volátil de la cerveza.



El diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la acidez volátil mostrada en la figura 12 indica que en los factores A y B de cantidad de tanino (%) y temperatura supera el efecto estandarizado y la línea de referencia lo cual indica que hay efecto significativo en la cerveza artesanal a un nivel de confianza de 95% entonces tanto en la cantidad de tanino (%) y la temperatura hay influencia de la acidez volátil ya que ambos factores superan la línea de efecto estandarizado.

4.3.5 Análisis estadístico de los alcoholes superiores de la cerveza artesanal clarificada.

Tabla 18

ANOVA para los alcoholes superiores de la cerveza artesanal.

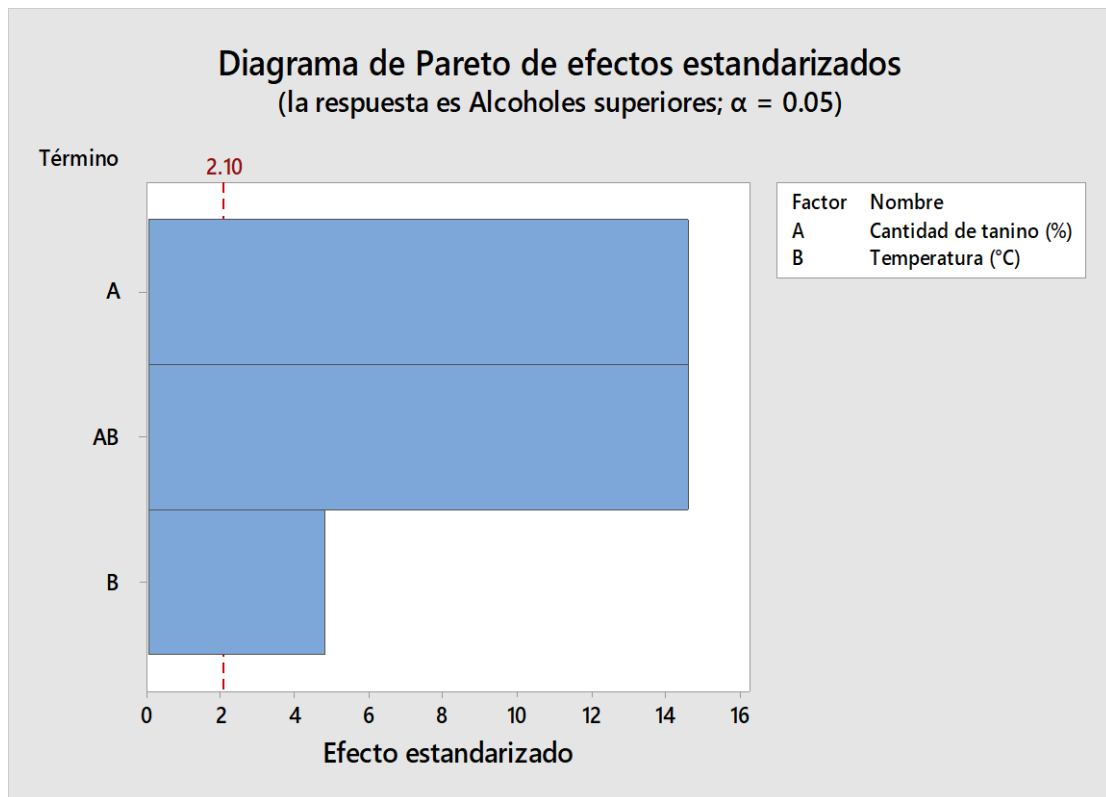
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de tanino (%)	2	14558,2	7279,11	140,33	0,000
Temperatura (°C)	2	1569,2	784,61	15,13	0,000
Cantidad de tanino (%) *Temperatura (°C)	4	17811,3	4452,81	85,84	0,000
Error	18	933,7	51,87		
Total	26	34872,4			

Los resultados de alcoholes superiores en la tabla 18, indica que hay diferencia significativa sobre la cantidad de tanino en la cerveza ya que el valor – p (0,000) es menor que $\alpha=0,05$, en relación a la temperatura ocurre lo mismo de acuerdo a los resultados obtenidos ya que el valor – p (0,000) es menor que $\alpha=0.05$ a un nivel de confianza de 95%; de acuerdo con Piñero (2005) indica que los alcoholes superiores tienen un efecto narcótico superior al alcohólico etílico, la mayoría de estos generan aromas desagradables a las cervezas ya que son componentes volátiles esenciales con un complejo de aromas propia de sí misma y las cuales poseen sustancias aromáticas que se disuelven en las cervezas y que son muy volátiles estos están ligados a la formación de metabolismo de los aminoácidos por parte de la levadura durante la fermentación de la cerveza; entonces al realizar la sustitución con taninos

(10%, 20% y 30%) estos hacen que se genere los alcoholes superiores en la cerveza artesanal pero las cantidades generadas son en menores cantidades que no afectan la calidad de la cerveza artesanal, de acuerdo con Hatta (2004) sostiene que la cantidad de alcoholes superiores en las bebidas alcohólicas depende de la composición así como la temperatura de fermentación también influye en el contenido de alcoholes superiores.

Figura 13

Diagrama de Pareto de alcoholes superiores de la cerveza artesanal.



En la figura 13 evidenciamos el diagrama de Pareto de efectos estandarizados para los factores de cantidad de tanino (A) y temperatura (B) que superan la línea de referencia de efecto estandarizado, entonces esto indica que hay efecto significativo

sobre los alcoholes superiores tanto con el porcentaje de tanino y la temperatura la que fue sometida la sustitución de tanino en la cerveza artesanal, como las cantidades son menores no interfieren en el cambio de aspecto de calidad de la cerveza artesanal.

4.4 Análisis estadístico de la evaluación sensorial después de realizar la sustitución parcial de lúpulo con tanino

La evaluación sensorial se realizó para 9 tratamientos los cuales se puede observar en la tabla 19, se realizó la prueba sensorial de escala hedónica de 5 puntos considerando (5 muy bueno; 4 bueno; 3 regular; 2 malo y 1 muy malo), la prueba se realizó con 15 jueces semientrenados (alumnos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga), los jueces determinarán el grado de aceptación de las muestras obtenidas al realizar la sustitución parcial del lúpulo con el tanino de tara, para ello se evaluarán la turbidez, olor, sabor y aceptabilidad de la cerveza artesanal.

Se entregó las fichas de evaluación; luego se realizó el análisis estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) a un nivel de significancia de 5% y nivel de confianza del 95%.

Tabla 19*Tratamientos para en la sustitución parcial de lúpulo con tanino.*

Tratamiento	Temperatura (°C)	Cantidad de tanino (%)
M1	5	10
M2	5	20
M3	5	30
M4	10	10
M5	10	20
M6	10	30
M7	20	10
M8	20	20
M9	20	30

4.4.1 Análisis estadístico de la evaluación sensorial para turbidez

Se llevó a cabo el análisis sensorial para la turbidez que contiene la cerveza artesanal luego de haber sido sustituido el lúpulo con tanino de tara, esta fue clarificada con el tanino y con los datos obtenidos por los panelistas se efectuó el análisis de varianza (Anova).

Tabla 20*Análisis de varianza ANOVA – turbidez.*

Fuente	gl	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelistas	14	9,111	0,6508	3,94	0,001
Tratamiento	2	4,044	2,0222	12,25	0,000
Error	28	4,622	0,1651		
Total	44	17,778			

Al procesar los datos mediante el modelo estadístico en la tabla 20 se observa el análisis de varianza con respecto a la turbidez de la cerveza artesanal donde nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos (valor - P es menor 0,05), es por ello que se realiza la prueba de comparación.

Tabla 21

Prueba de Tukey para turbidez de cerveza artesanal.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
30%	15	4,2000	A
20%	15	3,6000	B
10%	15	3,5333	B

De la misma forma se realiza la prueba de comparación de Tukey como se muestra en la tabla 21, el cual muestra que el tratamiento de sustitución de 30% es mejor a comparación de los otros tratamientos que la media no comparte la letra de agrupación (A) que es significativamente diferente a los tratamientos de 10% y 30 % a un nivel de confianza del 95%.

Gumier (2007) indica que la calidad exigida en cuanto a turbidez, mientras sea brillante la calidad de esta es mejor.

El equilibrio de la cerveza define por el tiempo que transcurre hasta alcanzar un determinado valor de enturbiamiento, el descendimiento de la transparencia, la pérdida de brillo, el grado de turbidez e incluso la floculación refleja inestabilidad de la cerveza, Molina (2005).

Los taninos actúan como antimicrobianos y son utilizados como inhibidores del crecimiento de microorganismos, Villanueva (2007).

4.4.2 Análisis estadístico de la evaluación sensorial para olor

Se realizó el análisis sensorial de olor en la cerveza artesanal sustituida parcialmente con tanino de tara y con los datos obtenidos se llevó a cabo el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 22

Análisis de varianza ANOVA – olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelistas	14	8,3111	0,59365	1,96	0,063
Tratamiento	2	0,1778	0,08889	0,29	0,748
Error	28	8,4889	0,30317		
Total	44	16,9778			

En la tabla 22 el análisis de varianza para olor muestra que el valor – P es mayor a α (0,05) es cual indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Para la verificación se realiza la prueba de comparación Tukey en la tabla 23 indicado por los jueces semientrenados que los tratamientos presentan las mismas características de olor entre todos los tratamientos.

Tabla 23

Prueba de Tukey - olor de cerveza.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
10.00%	15	4,46667	A
20.00%	15	4,46667	A
30.00%	15	4,33333	A

En la tabla 23 se evidencia que las medias comparten la misma letra (A) lo cual no hay diferencia significativa entre los tratamientos para el análisis sensorial del olor en la cerveza artesanal esto se efectuó a un nivel de confianza del 95%, al añadir el tanino de tara en el proceso de maduración los olores de la cerveza conservas sus características tradicionales.

Albert (2014), indica que el metabolismo del fermento en el mosto durante la fermentación necesita grandes cantidades de oxígeno para sintetizar los esteroides y ácidos grasos que normalmente son absorbidos y son necesarios como factores de crecimiento este hecho es negativo si estos ácidos son detectables pueden provocar olores desagradables o ser precursores de compuestos de oxidación o degradación que implican olores rancios en la cerveza; en los tratamientos realizados y que fueron evaluados por los jueces semientrenados no hubo diferencia que tenga significancia entre ellas ya que mantienen el olor característico y todos los tratamientos fueron aceptados satisfactoriamente obteniendo puntuación superiores de bueno (4).

4.4.3. Análisis de varianza ANOVA – sabor

Se efectuó el análisis sensorial para el sabor en la sustitución parcial del lúpulo con tanino de tara en la cerveza artesanal y con los datos obtenidos se ejecutó el análisis de varianza.

Tabla 24

Análisis de varianza para el sabor de la cerveza artesanal.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelistas	14	18,978	1,3556	5,85	0,000
Tratamiento	2	8,844	4,4222	19,08	0,000
Error	28	6,489	0,2317		
Total	44	34,311			

El ANOVA se muestra en la tabla 24, para el tratamiento el valor p (0,013) es mayor que α (0,05), esto indica que hay diferencia significativa y por lo menos uno de los tratamientos difiere de los demás, para las sustituciones de (10% tanino – 90% de lúpulo), (20% tanino – 80% de lúpulo), y (30% tanino – 70% de lúpulo), para ratificar la afirmación se realiza la prueba comparación de Tukey.

Tabla 25*Prueba de Tukey – sabor*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
30%	9	3,8667	A
10%	9	3,0000	B
20%	9	2,8667	B

La prueba de comparación Tukey se muestra en la tabla 25, se evidencia que las letras de agrupación son diferentes para el tratamiento de (30% tanino – 70% lúpulo) la letra de agrupación es (A) que difiere al tratamiento de 10% y 20 % ya que estos dos tratamientos comparten la misma letra de agrupación (B) los jueces semientrenados evaluaron como regular el sabor de los tratamientos después de haber sido sustituido con el tanino.

Lorente et al. (2012), señala que la calidad de la cerveza se evalúa por los atributos y los parámetros fisicoquímicos de una cerveza, que son de gran importancia las evaluaciones de las propiedades sensoriales.

Los polifenoles aportan sabores y aromas característicos a la cerveza pero pueden volatilizar luego de un prolongado hervor, en el momento que se coloca el lúpulo en las cervezas genera el amargor y aroma final, Brigg (2004); como indica el autor los taninos de tara poseen polifenoles los cuales aportan los sabores para complementar el lúpulo faltante, y al realizar la sustitución mientras mayor sea la adición de tanino

el sabor es más ostensible para los jueces semientrenados, es por ello que la sustitución con 30% difiere y tiene mejor característica de sabor en la cerveza artesanal.

4.4.4. Análisis de varianza ANOVA – aceptabilidad

Se realizó el análisis sensorial para la aceptabilidad después de realizar la sustitución parcial del lúpulo con tanino de tara en la cerveza artesanal y con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 26

ANOVA para la aceptabilidad de la cerveza artesanal.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Panelistas	14	8,578	0,6127	3,16	0,005
Tratamiento	2	8,578	4,2889	22,15	0,000
Error	28	5,422	0,1937		
Total	44	22,578			

En la tabla 26 se presentó el ANOVA para la aceptabilidad de la cerveza el valor p (0,000) es mayor que α (0,05), esto muestra que hay diferencia significativa y por lo menos uno de los tratamientos difiere de los demás, para las sustituciones de (10% tanino – 90% de lúpulo), (20% tanino – 80% de lúpulo), y (30% tanino – 70% de lúpulo), para aseverar se realiza la prueba de comparación de Tukey.

Tabla 27

Prueba de Tukey - aceptabilidad para la cerveza artesanal.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
30.00%	15	4,33333	A
20.00%	15	3,86667	B
10.00%	15	3,26667	C

La prueba de comparación Tukey se muestra en la tabla 27, se evidencia que las letras de agrupación son diferentes para el tratamiento de (10% tanino – 90% lúpulo) la letra de agrupación es (B), sin embargo, los tratamiebentos (30% tanino – 70% lúpulo) y (20% tanino – 80% lúpulo) comparten la letra de agrupación (A) el cual son estos tratamientos que tienen mejor aceptación por los jueces semi entrenados, Lepore y Dahl (2016), afirma que la evaluación sensorial es el procedimiento en donde se utiliza los sentidos, tales como el gusto, olfato, tacto, vista y su aplicación para determinar la aceptabilidad de la cerveza. Verhoef (2003) encuentra asombroso que la evaluación de la cerveza pueda considerarse una simple valoración sensorial subjetiva que puede estimar la misma bebida de forma diferente incluso en el mismo lugar. Sin embargo, también puede abordarse mediante una práctica justa, formal y metódica de la cata; considerando todas estas características mencionadas por los autores los jueces semientrenados indicaron la aceptabilidad de la cerveza artesanal después de la sustitución del lúpulo con tanino de tara.

CONCLUSIONES

1. Se logró extraer el tanino a partir de la tara (*Caesalpinia spinosa*) de Pacaycasa – Ayacucho, en la tabla 12 se muestra las características que se obtuvo, las vainas con la que se trabajó fueron adecuadas en cuanto a peso, tamaño, olor, forma, color y sabor; el tanino se extrajo con alcohol para 9 muestra con 3 réplicas se utilizó alcohol de 45, 55 y 65° y temperaturas de 40, 50 y 60°C resultando el mejor el tratamiento de 50°C de temperatura y con 55° alcohol.
2. Se determinó la cantidad adecuada de tanino de tara para la sustitución parcial del lúpulo en la elaboración de la cerveza artesanal, ya que el tratamiento con mejores características es el T₆ (30% de tanino - 70% de lúpulo) que se mantuvo a una temperatura de 10°C, realizando las pruebas para el análisis de turbidez, color, acidez total, acidez volátil y alcoholes superiores donde los resultados fueron óptimos en la sustitución de lúpulo con tanino de tara.
3. Se determinó el nivel de aceptabilidad de la cerveza artesanal luego de la sustitución parcial del lúpulo con el tanino a través del análisis sensorial; 15 jueces semientrenados realizaron la evaluación sensorial; para la turbidez, olor, sabor y aceptabilidad de la cerveza artesanal; la sustitución de (30% de tanino – 70% de lúpulo), obtuvo mayor aceptación por los jueces semientrenados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar este tipo de investigación con distintas variables para el aprovechamiento de los taninos de la tara.
- Emplear como clarificante los taninos de tara en otras bebidas alcohólicas.
- Continuar con estudios posteriores empleando diferente metodología, como antimicrobiano en cervezas artesanales.
- Realizar estudios de factibilidad económica, social y ambiental en el uso de tanino de tara (*Caesalpineia spinosa*).

BIBLIOGRAFÍA

- Albert Bartachina, Robert (2014) *Solución de problemas en defectos de sabores en la cerveza*. Sevilla – España.
- Alves, P., y de Faria, F. (2008) *Evaluación sobre la intensidad del amargor y su principio activo en cervezas de diferentes características y marcas comerciales BR*. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 28 (4).
- Baiano, A., y Terracome, C. (2013) *Índices fisicoquímicos, iso- alfa-ácidos, contenido fenólico y actividad antioxidante de cervezas comerciales*. Revista de investigación alimentaria- Vol. 2, núm. 4.
- Bamforth, C. (2008) *Tap into the art and science of brewing*. Oxford University Press.
- Barbado, J.L. (2003) *Secretos de la cerveza*. Buenos Aires – Argentina: Editorial Albatros.
- Barbehenn, R. y Constabel, P (2011) *Taninos en plantas en interacciones de plantas fitoquímico*.
- Barrales, H., y Calderón, M. (2019) *Desarrollo de una cerveza artesanal tipo weizen elaborada con amaranto de la especie A. hypocondriacus*. disponible <https://www.researchgate.net/publication/334849198>
- Bellotti, N; y Romagnoli, R. (2012) *Tara tannin a natural product with antifouling coating application*. Progress in Organic Coatings.
- Briggs (2004) *Beer in health and disease prevention*. Elsevier Inc. USA 980 pp
- Cabello, I. (2009) *Tamizaje Fitoquímico de Cuatro Muestras de Hojas*. Resultados no Publicados.

- Cano, A. y otros, (2002) *Las plantas comunes del Callejón de Conchucos* (Ancash, Perú). Guía de Campo. Lima: Guía de Campo. Museo de Historia Natural (UNMSM).
- Cárdenas, W. (2009) *Determinación de los parámetros de temperatura, tiempo y pH óptimos para la fermentación de chicha de jora*. Andahuaylas - Perú.
- Carr, T. M. (2007). *Sensory evaluation techniques*. Florida - Estados Unidos.
- Carvajal Martínez, L. E e Insuasti Andrade, M. (2010) *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada y yuca*. Tesis. Obtención de título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte.
- Cruz, L. P. (2004) *Aprovechamiento integral y racional de la tara*. Instituto de Investigación FIGMMG.
- Duke, J. (1981) *Caesalpinia spinosa in Handbook of Legumes of World Economic Importance*. Nueva York: Plenum Press.
- Elias, L. (1992) *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa - Canadá: Internacional Development Research Centre.
- Espinosa J. (2007) *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana - Cuba: Editorial Universitaria.
- Guerra, C. (1995) *Investigación en interacciones antocianinas flavanoles: Aplicación a la interpretación química de color de los vinos tintos*. Madrid - España.

- González, M. (2017) *Principios de elaboración de las cervezas artesanales. USA:* Lulu Press Inc.
- Gorostiaga, F. (2008) *Manual del proceso de elaboración de cerveza.* Primera Edición, Quito - Ecuador.
- Gumier Lorenzo, Samuel (2007) *Diseño de una planta de tratamientos post-fermentativos de mosto de cerveza,* Puerto Real – Cadiz, España.
- Hatta, B. (2004). *Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles del pisco de uva Italia (Vitis vinífera L. variedad Italia).* Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial - Guía didáctica.* Bogotá -Colombia.
- Hough, J. (2002). *Biotecnología de la cerveza y de la malta.* Zaragoza--España: Editorial Acribia.
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2016). *NTP 213.014 Cerveza. Requisitos.* Lima – Perú: Norma técnica peruana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC], (1994) *Manual de métodos analíticos para el control de calidad de bebidas alcohólicas.* Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], (2007) *Evaluación de estado de conservación de Tara en el departamento de Ayacucho.* Perú.
- Insuasti, M y Carvajal, L. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (hordeum vulgare) y yuca (Manihot esculenta).* Universidad Técnica del norte, Quito, Ecuador.

- Lapa, P. (2004) *Aprovechamiento Integral y Racional de la Tara (Caesalpinia spinosa - Caesalpinia tinctoria)*. Biblioteca Files Original.
- Lepatre, F. M. (1988). *Aditivos y auxiliares de fabricación en industrias agroalimentarias*. Zaragoza - España: Acribia S.A.
- Lepore J. y Dahl W. (2016), *La aceptabilidad sensorial de los alimentos en puré*. Universidad de Florida.
- Lorente, M y Sanchez, M. (2012) *El análisis sensorial en el sector cervecero: claves para el éxito – cerveza y malta*. Valencia, España
- Marqués, A. (2015) *Elaboración de una cerveza orgánica a partir de quinua (Chenopodium quinoa)*.
- Molina, K. (2005). *Criterios y pautas para la selección de árboles Caesalpinia spinosa*. Programa Adefor, Fosefor, Cosude, Intercooperación, Samiri.
- NTP 210.021:2017 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. *Método de ensayo. Determinación de alcoholes superiores*. 4a Edición.
- Otero Ortiz, Lucio. (2010) *Sustitución parcial de lúpulo (humulus lupulus) por harina de coca (erythroxyllum coca) en la elaboración de cerveza tipo ale, utilizando una cepa nativa de saccharomyces sp*. Abancay – Perú – Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Piñero, Z. (2005). *Desarrollo de nuevos métodos de extracción para el análisis de compuestos de interés enológico*. Cádiz - España: Universidad de Cádiz Puerto Real.

- Posada, J. (1995). *Ciencia cervecera*. Filtración. Madrid - España.
- Rojas, C. y SERNA, S. (2000); <[http:// www.mty.itesm.mx/ die/ ddre/ transferencia /transferencia51/eli1-51.html](http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/transferencia51/eli1-51.html). Accessed 18/06/2022>.
- Rodríguez, L., (2010). ALNICOLSA, *La tara Casalpinea spinosa y análisis químico de la tara*. Perú.
- Sáez, P. B. (2013). *Vinoteca de Bodegas Urbina- Tanino en la clarificación del vino*. España.
- Sanchez A. M. (2011) *Fermentación de malta empleando un sistema semicontinuo en el proceso de elaboración de cerveza Oaxaca – Mexico*: Tesis de grado de Facultad de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Mixteca Huajuapán de León.
- Skowrya M, J. U. (2015). *Efecto of tara (Caesalpinia spinosa) Pod Powder on the Oxidation and Colour. Food Technol Biotechnol*.
- Torres Rodríguez, Diana (2017). *Sustitución parcial del lúpulo (Humulus lupulus) por cedrón (Aloysia citrodora) en la elaboración de cerveza artesanal Bogota – Colombia - Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería*.
- Verhoef B. (2003) *La enciclopedia de la cerveza*. EDIMAT LIBROS.
- Villanueva, C. (2007). *La tara el oro verde de los incas para el mundo*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Yana Vilca, J. G. (2018). *Estudio y caracterización fisicoquímica de la harina de la vaina de tara (Caesalpinia spinosa) como insumo industrial para mercado de exportación*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

ANEXOS

Anexo A . Método determinación de turbidez de cerveza

La muestra se transfiere primero a un frasco de vidrio de boca estrecha con una capacidad que debe ser dos veces mayor que la muestra y se calienta a una temperatura entre 20 y 25°C para eliminar el CO₂. El líquido libre de CO₂ se filtra utilizando papel filtro si la muestra incluye partículas en suspensión, y se coloca un vidrio de reloj sobre el embudo para evitar la evaporación.

El procedimiento fundamental consiste en tomar las porciones adecuadas de esta última, completar el volumen a 100 cm³ en cada caso y comparar la turbidez de la cerveza con los patrones que se crean diariamente a partir del patrón de 1,000 FTU, ya sea visualmente o con un nefelómetro.

La muestra de cerveza, en su envase original o en una botella adecuada, se coloca en posición vertical en un baño de temperatura constante a 0°C – 0,02 °C y se mantienen allí durante 24 horas para determinar la turbidez a 0°C.

Si se utiliza un nefelómetro, la célula se enfría sumergiéndola en una solución de hielo y agua a la que se ha añadido una pequeña cantidad de un agente humectante. Hay que procurar que solo se humedezcan las paredes exteriores de la cubeta. Para evitar la dispersión del sedimento, se extrae cuidadosamente la muestra de cerveza del baño de temperatura constante y, tras enjuagar la cubeta con una pequeña cantidad de cerveza, se llena con la muestra.

Se coloca la cubeta con la muestra en el baño de agua-hielo y se desgasifica la cerveza agitándola cuidadosamente con ayuda de un agitador pequeño. Cuando la temperatura de la muestra sea de 0 °C se coloca una celda en el porta muestras del aparato y se lee rápidamente, ICONTEC (1994)

Cálculos y expresión de resultados

Para los cálculos de la turbidez, debe tenerse en cuenta el título en FTU del patrón de formazina que se utilizó para graduar el 100 del aparato. En esta forma, la turbidez se calcula por la fórmula siguiente:

$$Turbidez\ FTU = \frac{R \times S}{100}$$

En donde:

R = la lectura del nefelómetro (escala de 0 a 100)

S = Unidades de turbidez del patrón utilizado para graduar el 100 del aparato.

La turbidez se expresa en números enteros

Cuando se utiliza la técnica visual, los resultados se representan del siguiente modo: entre 0 y 100 FTU, se aproxima a las 10 FTU siguientes; entre 100 y 200 FTU, a las 20 FTU siguientes; y por encima de 200 FTU, a las 50 FTU siguientes, ICONTEC (1994).

Anexo B. Método de determinación Espectrofotométrico para color de cerveza

La absorbancia de la muestra se mide en una célula de absorción con un recorrido de 1,27 cm y una longitud de onda de 430 nm; el resultado se multiplica por 10 para obtener el valor de absorbancia. Se utilizan grados SMR (método de referencia normal) para indicar el resultado.

La absorbancia de la muestra se mide en una célula de absorción con un recorrido de 1,27 cm y una longitud de onda de 430 nm; el resultado se multiplica por 10 para obtener el valor de absorbancia. Se utilizan grados SMR (método de referencia normal) para indicar el resultado.

Si la absorbancia a 700 nm supera $0,039 \times A_{430}$, la muestra debe clarificarse mediante centrifugación o filtrado, y debe repetirse la medición de la absorbancia, ICONTEC (1994).

Cálculos y expresión de resultados

El valor del color se calcula expresándolo en grados SRM., utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Grados de SRM} = \frac{10 \times 1,27 \times A_{430}}{d}$$

En donde:

d = trayectoria de la celda de absorción utilizada en centímetros.

Anexo C. Método determinación de acidez total de cerveza

En un vaso de precipitados o en un Erlenmeyer de boca ancha se hacen hervir 200 cm³ de agua destilada y se mantiene la ebullición por 2 minutos.

Se agregan 25 cm³ de cerveza descarbonatada (ver preparación de la muestra) y se continúa el calentamiento por un minuto, regulando la calefacción, de tal manera que la ebullición se produzca durante los treinta segundos finales del calentamiento.

Se retira de la fuente de calor, se agita el contenido del recipiente por 5 segundos y se enfría rápidamente a la temperatura ambiente.

Si la determinación del punto final se va a efectuar colorimétricamente, se procede de la manera siguiente: a la solución fría se agregan 0,5 cm³ de la solución de fenolftaleína y se valora con hidróxido de sodio 0,1 N, contra fondo blanco. Se deben hacer frecuentes comparaciones de color, durante la valoración, con una muestra de igual volumen y dilución, a la cual le ha sido agregada la cantidad aproximada de álcali necesario para la neutralización, (determinada por un ensayo previo), pero no el indicador. Se continúa la valoración hasta la aparición de un color rosado pálido y se realiza la lectura de la bureta. Se agregan 0,2 cm adicionales de álcali. Si la lectura anterior correspondía al punto final, debe aparecer un color rojizo definido y permanente. En caso contrario debe continuarse la valoración. Si la determinación del punto final se va a realizar utilizando un medidor de pH se procede de la manera siguiente: utilizando una muestra descarbonatada de 50 cm³ (u otro volumen exactamente medido, según sea necesario) y empleando el sistema de electrodos vidrio-calomel, se titula directamente con NaOH 0,1 N hasta pH 8,2; ICONTEC (1994).

La mejor manera de proceder consiste en agregar el álcali por porciones de 1 cm³ hasta alcanzar un pH vecino a 7,0 y continuar agregando porciones de 0,1 cm³ hasta alcanzar el pH de 8,2.

La acidez total se calcula por una de las fórmulas siguientes:

$$A = \frac{VxN}{g \frac{20}{20^{\circ}C} x V_1} x 100$$

$$A_1 = \frac{0,09 x V x N}{g \frac{20}{20^{\circ}C} x V_1} x 100$$

Donde:

A =Acidez total expresada en cm³ de NaOH 1 N por 100 g de muestra.

A₁ =Acidez total, expresada en porcentaje en peso de ácido láctico.

V =Volumen de la solución NaOH en cm³, utilizado en la valoración

N = Normalidad de la solución NaOH

V₁= Volumen de muestra utilizada en cm³

g =Gravedad específica de la cerveza a 20/20°C.

Anexo D. Método determinación de acidez volátil de cerveza.

Para liberar completamente el dióxido de carbono que contiene, se coloca agua destilada en el generador de vapor y se calienta hasta el punto de ebullición durante varios minutos. La cerveza descarbonatada se dosifica con precisión y se introduce en el globo de destilación. La muestra se conecta al generador de vapor y al refrigerante, y luego se destila. El destilado se obtiene en un matraz Erlenmeyer y solo es necesario 2 gotas de NaOH 0,1 N para dar al destilado final su tonalidad rosada cuando hay fenoftalina en un volumen de 15 cm³. Para obtener un color rosa persistente, se valora el destilado con solución 0,1 n de NaOH en presencia de fenolftaleína, ICONTEC (1994).

El cálculo de acidez volátil se realiza de la siguiente manera:

$$A = \frac{0,06 \times N \times V}{V_1 \times g_{\frac{20}{20^{\circ}C}}} \times 100$$

En donde:

A = acidez volátil expresada en gramos de ácido acético en 100 g de muestra.

N = Normalidad de la solución de NaOH.

V = cm³ de la solución de NaOH gastados.

V1 = Vol. de la muestra en cm³

g = gravedad específica de la cerveza a 20/20°C.

Anexo E. Método determinación de alcoholes superiores de cerveza.

En diferentes tubos de ensayo, provistos de tapa de vidrio, pipetear alícuotas de 2 mL de la muestra o de su dilución, destiladas si fuese necesario (solución ensayo), 2 mL de agua (para la solución en blanco) y 2 mL de cada solución de trabajo. Tapar los tubos y colocarlos en una rejilla, luego colocarlas en baño de hielo.

Pipetear 1 mL de solución de DMAB en cada tubo, agitar y dejar en un recipiente con agua helada por 3 minutos. Estando los tubos en un recipiente con agua fría, agregar con una bureta 10 mL de H_2SO_4 previamente enfriado. Agitar levemente de manera individual cada tubo y volver a colocar en un recipiente con agua fría por 3 minutos.

Transferir la rejilla conteniendo los tubos a un baño con agua hirviendo durante 20 minutos y regresar al baño de agua con hielo durante 3 a 5 minutos; luego retirarlo y dejarlo en reposo a temperatura ambiente.

Leer el porcentaje de absorbancia (A) del color desarrollado en la solución ensayo y en las soluciones estándar, en un espectrofotómetro en el rango de 538 nm a 543 nm, utilizando la solución en blanco como referencia (usar la misma longitud de onda para todas las lecturas).

Graficar como abscisa en la escala lineal, el contenido de alcoholes superiores de las soluciones estándar (g/100 L), y como ordenada en la escala logarítmica su porcentaje de transmitancia (% T). NOTA 1: La curva de calibración se puede obtener a través de un software. 10.2 Utilizando la gráfica anterior, convertir el % de transmitancia (T) o absorbancia (A) de la solución ensayo a gramos de alcoholes

superiores en 100 L. Si se utilizó una dilución, multiplicar el valor anterior, por el factor de dilución para obtener el contenido de alcoholes superiores en la muestra original, NTP 210.021:2017.

Analizar dos niveles de estándares con cada serie de muestras. Precisión esperada: whisky y brandy, $\pm 5 \%$; ron $\pm 8 \%$; vodka y otras bebidas alcohólicas elaboradas con alcohol etílico extraneutro, $\pm 0,4 \%$. 10.4 Para determinar la cantidad de alcoholes superiores se expresa en mg de aceite fusel por cada cien mililitros de alcohol anhidro se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Alcoholes superiores, mg de aceite fusel}}{100 \text{ mLAA}} = C_{AF} \times F_D \times F_G$$

Donde:

CAF: Concentración de aceite fusel obtenida a partir de la curva de calibración, mg/100mL

FD: Factor de dilución de la muestra = VF/VM

FG: Factor de corrección para alcohol anhidro = 100/GA

VF: Volumen final de dilución de la muestra, mL (Si la muestra no se diluye VF =VM) VM: Volumen de muestra utilizado, mL GA : Grado alcohólico de la muestra a 20 °C, % Alc.Vol.

Anexo F. Tabla de diseño y resultado de extracción de tanino

Tratamiento	Temperatura (°C)	Alcohol (GL)	Rendimiento de extracción (%)
1	40	45	36,9
2	40	55	38,9
3	40	65	40,3
4	50	45	49,9
5	50	55	68,7
6	50	65	48,3
7	60	45	43,2
8	60	55	51,3
9	60	65	34,8
10	40	45	37,2
11	40	55	38,9
12	40	65	39,8
13	50	45	48,7
14	50	55	69,3
15	50	65	47,9
16	60	45	44,0
17	60	55	49,8
18	60	65	33,9
19	40	45	37,1
20	40	55	39,2
21	40	65	40,1
22	50	45	48,9
23	50	55	69,5
24	50	65	48,6
25	60	45	43,5
26	60	55	50,4
27	60	65	34,2

Anexo G. Resultados obtenidos de turbidez de la cerveza artesanal.

N°	Temperatura (°C)	Cantidad de tanino (%)	Turbidez (NTU)
1	5	10	173,4
2	5	10	171,3
3	5	10	169,1
4	5	20	80,0
5	5	20	79,1
6	5	20	81,0
7	5	30	19,5
8	5	30	19,3
9	5	30	19,6
10	10	10	186,7
11	10	10	189,6
12	10	10	179,8
13	10	20	72,0
14	10	20	69,9
15	10	20	69,5
16	10	30	8,0
17	10	30	7,5
18	10	30	7,8
19	20	10	169,9
20	20	10	178,4
21	20	10	177,5
22	20	20	87,0
23	20	20	89,2
24	20	20	87,9
25	20	30	27,9
26	20	30	28,3
27	20	30	28,4

Anexo H. Color de la cerveza

Tratamiento	Temperatura (°C)	Cantidad de tanino (%)	Color en SRM
1	5	10	2,86
2	10	10	3,43
3	20	10	3,07
4	5	10	2,98
5	10	10	3,31
6	20	10	3,04
7	5	10	2,81
8	10	10	3,37
9	20	10	3,06
10	5	20	2,55
11	10	20	3,00
12	20	20	2,90
13	5	20	2,55
14	10	20	2,97
15	20	20	2,86
16	5	20	2,54
17	10	20	2,91
18	20	20	2,92
19	5	30	2,67
20	10	30	3,34
21	20	30	3,53
22	5	30	2,63
23	10	30	3,28
24	20	30	10,29
25	5	30	2,81
26	10	30	3,40
27	20	30	3,49

Anexo I. *Volumen de gasto para acides total de la cerveza artesanal.*

Tratamiento	Temperatura (°C)	Cantidad de tanino (%)	Acidez total
1	5	10	0,222
2	10	10	0,216
3	20	10	0,216
4	5	10	0,192
5	10	10	0,18
6	20	10	0,204
7	5	10	0,24
8	10	10	0,192
9	20	10	0,228
10	5	20	0,192
11	10	20	0,192
12	20	20	0,156
13	5	20	0,222
14	10	20	0,228
15	20	20	0,18
16	5	20	0,18
17	10	20	0,204
18	20	20	0,204
19	5	30	0,228
20	10	30	0,24
21	20	30	0,204
22	5	30	0,216
23	10	30	0,228
24	20	30	0,216
25	5	30	0,204
26	10	30	0,216
27	20	30	0,18

Anexo J. Volumen de gato para la acidez volátil de la cerveza clarificada.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Cantidad De Tanino (%)	Volumen De Gasto	Acidez Volatil
1	5	10	0,3	0,36
2	10	10	0,2	0,24
3	20	10	0,3	0,36
4	5	10	0,25	0,3
5	10	10	0,3	0,36
6	20	10	0,3	0,36
7	5	10	0,3	0,36
8	10	10	0,2	0,24
9	20	10	0,3	0,36
10	5	20	0,1	0,12
11	10	20	0,1	0,12
12	20	20	0,2	0,24
13	5	20	0,1	0,12
14	10	20	0,1	0,12
15	20	20	0,1	0,12
16	5	20	0,1	0,12
17	10	20	0,1	0,12
18	20	20	0,2	0,24
19	5	30	0,1	0,12
20	10	30	0,1	0,13
21	20	30	0,2	0,24
22	5	30	0,1	0,12
23	10	30	0,1	0,13
24	20	30	0,2	0,24
25	5	30	0,1	0,12
26	10	30	0,1	0,12
27	20	30	0,2	0,24

Anexo K. Datos obtenidos para alcoholes superiores de la cerveza sustituida.

Trat. N°	Temperatura °C	Cantidad de tanino mg/hL	Grado Alcohólico	Absorbancia	C de la gráfica "X"	FG	Alcoholes superiores, mg de aceite fusel /100mLAA
1	5	10	4.8	0,153	0,520	20,83	119,23
2	10	10	4	0,155	0,528	25,00	145,11
3	20	10	3	0,149	0,506	33,33	185,36
4	5	10	4.8	0,151	0,513	20,83	117,54
5	10	10	4.2	0,154	0,524	23,81	137,23
6	20	10	3.4	0,147	0,498	29,41	161,17
7	5	10	4.8	0,155	0,528	20,83	120,93
8	10	10	4	0,157	0,535	25,00	147,14
9	20	10	3	0,15	0,509	33,33	186,72
10	5	20	4.2	0,134	0,450	23,81	117,91
11	10	20	3.2	0,113	0,373	31,25	128,11
12	20	20	4	0,052	0,148	25,00	40,59
13	5	20	4.4	0,133	0,446	22,73	111,62
14	10	20	3	0,110	0,362	33,33	132,60
15	20	20	3.8	0,057	0,166	26,32	48,07
16	5	20	4	0,136	0,458	25,00	125,83
17	10	20	3.4	0,115	0,380	29,41	122,97
18	20	20	4.2	0,046	0,125	23,81	32,86
19	5	30	4	0,119	0,395	25,00	108,58
20	10	30	3	0,086	0,273	33,33	100,12
21	20	30	4	0,105	0,343	25,00	94,37
22	5	30	3.8	0,116	0,384	26,32	111,09
23	10	30	3.4	0,084	0,266	29,41	85,96
24	20	30	4	0,107	0,351	25,00	96,40
25	5	30	4.2	0,122	0,406	23,81	106,31
26	10	30	3	0,088	0,280	33,33	102,83
27	20	30	4.1	0,103	0,336	24,39	90,09

Anexo L. Resultados de aceite fusel.

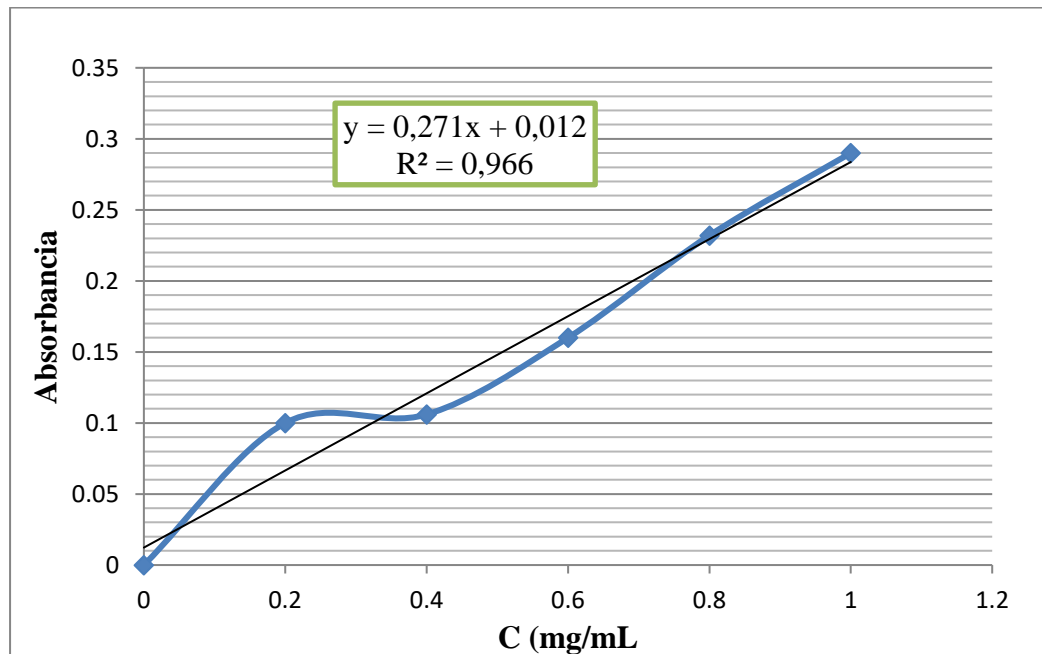
Tabla 28

Datos de concentración de aceite fusel y absorbancia

C(mg/ml)	Absorbancia
0	0
0,2	0,1
0,4	0,106
0,6	0,16
0,8	0,232
1	0,29

Figura 14

Curva de calibración de aceite fusel.



Anexo M. Ficha para evaluación sensorial.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PANELISTA N°:

INDICACIONES:

Probar cada mes de las muestras e indicar cuál es de su mejor agrado y colocar la escala crea conveniente en el cuadro que corresponda.

La siguiente evaluación sensorial se medirá atributos de limpieza, sabor, color y amargor en base a una escala hedónica de 5 puntos.

MUESTRA	TURBIDEZ	OLOR	COLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

ESCALA

Muy bueno: 5

Bueno: 4

Regular: 3

Malo: 2

Muy malo: 1

Anexo N. *Escalas de limpieza obtenidas de cada panelista.*

Panelistas	Tratamiento	Puntaje	Panelistas	Tratamiento	Puntaje
1	10,00%	3	9	10,00%	3
1	20,00%	3	9	20,00%	4
1	30,00%	4	9	30,00%	4
2	10,00%	3	10	10,00%	3
2	20,00%	3	10	20,00%	3
2	30,00%	5	10	30,00%	3
3	10,00%	4	11	10,00%	3
3	20,00%	4	11	20,00%	3
3	30,00%	4	11	30,00%	4
4	10,00%	4	12	10,00%	4
4	20,00%	4	12	20,00%	4
4	30,00%	5	12	30,00%	4
5	10,00%	3	13	10,00%	4
5	20,00%	4	13	20,00%	4
5	30,00%	4	13	30,00%	5
6	10,00%	4	14	10,00%	3
6	20,00%	4	14	20,00%	3
6	30,00%	5	14	30,00%	3
7	10,00%	4	15	10,00%	4
7	20,00%	3	15	20,00%	4
7	30,00%	4	15	30,00%	4
8	10,00%	4			
8	20,00%	4			
8	30,00%	5			

Anexo O. *Escalas de olor obtenidas de cada panelista*

Panelistas	Tratamiento	Puntaje	Panelistas	Tratamiento	Puntaje
1	10,00%	4	9	10,00%	5
1	20,00%	4	9	20,00%	5
1	30,00%	4	9	30,00%	5
2	10,00%	5	10	10,00%	4
2	20,00%	5	10	20,00%	5
2	30,00%	5	10	30,00%	4
3	10,00%	4	11	10,00%	5
3	20,00%	4	11	20,00%	5
3	30,00%	5	11	30,00%	4
4	10,00%	3	12	10,00%	4
4	20,00%	5	12	20,00%	3
4	30,00%	4	12	30,00%	4
5	10,00%	5	13	10,00%	4
5	20,00%	5	13	20,00%	5
5	30,00%	4	13	30,00%	5
6	10,00%	5	14	10,00%	5
6	20,00%	4	14	20,00%	4
6	30,00%	4	14	30,00%	4
7	10,00%	5	15	10,00%	4
7	20,00%	5	15	20,00%	3
7	30,00%	4	15	30,00%	4
8	10,00%	5			
8	20,00%	5			
8	30,00%	5			

Anexo P. Escalas de sabor obtenidas de cada panelista

Panelistas	Tratamiento	Puntaje	Panelistas	Tratamiento	Puntaje
1	10,00%	3	9	10,00%	3
1	20,00%	2	9	20,00%	2
1	30,00%	3	9	30,00%	3
2	10,00%	2	10	10,00%	3
2	20,00%	2	10	20,00%	3
2	30,00%	3	10	30,00%	4
3	10,00%	2	11	10,00%	4
3	20,00%	3	11	20,00%	4
3	30,00%	3	11	30,00%	5
4	10,00%	2	12	10,00%	3
4	20,00%	3	12	20,00%	4
4	30,00%	4	12	30,00%	5
5	10,00%	2	13	10,00%	4
5	20,00%	3	13	20,00%	4
5	30,00%	3	13	30,00%	5
6	10,00%	3	14	10,00%	3
6	20,00%	2	14	20,00%	4
6	30,00%	4	14	30,00%	5
7	10,00%	3	15	10,00%	3
7	20,00%	2	15	20,00%	3
7	30,00%	3	15	30,00%	4
8	10,00%	3			
8	20,00%	4			
8	30,00%	4			

Anexo Q. *Escalas de aceptabilidad obtenidas de cada panelista.*

Panelistas	Tratamiento	Puntaje	Panelistas	Tratamiento	Puntaje
1	10,00%	4	9	10,00%	3
1	20,00%	4	9	20,00%	4
1	30,00%	4	9	30,00%	5
2	10,00%	2	10	10,00%	4
2	20,00%	3	10	20,00%	4
2	30,00%	4	10	30,00%	5
3	10,00%	4	11	10,00%	3
3	20,00%	4	11	20,00%	3
3	30,00%	5	11	30,00%	4
4	10,00%	3	12	10,00%	3
4	20,00%	4	12	20,00%	3
4	30,00%	4	12	30,00%	3
5	10,00%	3	13	10,00%	4
5	20,00%	4	13	20,00%	4
5	30,00%	5	13	30,00%	5
6	10,00%	3	14	10,00%	4
6	20,00%	4	14	20,00%	4
6	30,00%	4	14	30,00%	4
7	10,00%	3	15	10,00%	3
7	20,00%	5	15	20,00%	4
7	30,00%	5	15	30,00%	4
8	10,00%	3			
8	20,00%	4			
8	30,00%	4			

Anexo R. Fotografías de la investigación.

Figura 15

Vainas de tara



Figura 16

Lavado y secado de las vainas de tara



Figura 17

Extracción de tanino de tara.



Figura 18

Molienda de tanino.



Figura 19

Fermentación de la cerveza artesanal



Figura 20

Medida de densidad



Figura 21

Cerveza artesanal con tanino



Figura 22

Cerveza artesanal con sustitución de lúpulo por tanino de tara



Figura 23

Evaluación sensorial de la cerveza artesanal



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL****“SUSTITUCION PARCIAL DE LUPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpineia spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA-AYACUCHO EN LA ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL”****Expositora: Yenifer Ángela LIZARBE FELIX
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**

Expediente N° 2142731

Resolución Decanal N° 119-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 18-08-2023.

En la Sala de Conferencia “Pedro Villena Hidalgo” de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las tres de la tarde con cinco minutos del día jueves veinticuatro de agosto del año dos mil veintitrés, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Yenifer Ángela LIZARBE FELIX**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mtro. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO, Mg. Wilfredo TRASMONTA PINDAY y Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI, bajo la Presidencia de la Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA (Decana (e) de la FIQM), Ing. Jesús Javier PANIAGUA SEGOVIA (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. José Alberto CUEVA VARGAS (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, la Presidenta del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **“SUSTITUCION PARCIAL DE LUPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpineia spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA-AYACUCHO EN LA ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL”**, presentado por la Bachiller **Yenifer Ángela LIZARBE FELIX**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 119-2023-UNSCH-FIQM/D.

Luego, la Presidenta del Jurado invitó a la Bachiller **Yenifer Ángela LIZARBE FELIX**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treintaicinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, la presidenta invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI, Mg. Wilfredo TRASMONTA PINDAY y Mtro. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO. Luego la Presidenta invitó al Ing. Jesús Javier PANIAGUA SEGOVIA para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, la presidenta del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL

“SUSTITUCION PARCIAL DE LUPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpineia spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA-AYACUCHO EN LA ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL”

Expositora: Yenifer Ángela LIZARBE FELIX
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2142731

Resolución Decanal N° 119-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 18-08-2023.

Finalmente, la Presidenta del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Yenifer Ángela LIZARBE FELIX**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las cuatro de la tarde con cincuenta y cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

.....
Dra Alcira Irene CORDOVA MIRANDA
Presidente

.....
Mtro. Antonio Jesus MATOS ALEJANDRO
Miembro

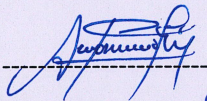
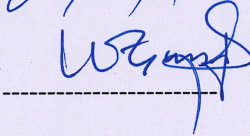
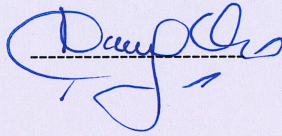
.....
Mg. Wilfredo TRASMONTE PINDAY
Miembro

.....
Mg. Percy Fermin VELASQUEZ CCOSI
Miembro

.....
Mg. José Alberto CUEVA VARGAS
(Secretario Docente)

ACTA DE CONFORMIDAD

Los que suscribimos miembros del jurado designado para el acto público de sustentación de la tesis titulada “**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LÚPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpinea spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA – AYACUCHO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL**” presentado por la Bachiller Yenifer Angela LIZARBE FELIX, la cual fue sustentada el día 24 de agosto del 2023, en mérito a la Resolución Decanal N° 119 – 2023 – UNSCH – FIQM/D de fecha 18 de agosto del 2023; damos conformidad al trabajo final corregido, aceptando la publicación final de la mencionada tesis y declaramos el documento APTO para que pueda iniciar sus gestiones administrativas, que conduzcan a la expedición y entrega del título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias.

MIEMBROS DEL JURADO	DNI	FIRMA
Mtro. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO	<u>08740442</u>	
Mg. Wilfredo TRASMONTA PINDAY	<u>07560082</u>	
Mg. Percy Fermín VELASQUEZ CCOSI	<u>01345293</u>	

Ayacucho, setiembre del 2023



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, la Srta. Yenifer Angela LIZARBE FELIX egresada de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Ing. Jesús Javier Paniagua Segovia, la Tesis: "*Sustitución parcial de lúpulo (*Humulus lupulus*) con tanino a partir de tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente de Pacaycasa – Ayacucho en la elaboración de cerveza artesanal*"; y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 9% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha octubre 10 de 2023 e Identificador de la Entrega N° 2191392928.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, octubre 11 de 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
E.F.P DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. CIP Antonio J. Matos Alejandro
DIRECTOR

c.c. : Archivo digital.
Constancia N° 148

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LÚPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpinhea spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA - AYACUCHO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Fecha de entrega: 10-oct-2023 09:05a.m. (UTC-0500)
por Yennifer Ángela LIZARBE FELIX

Identificador de la entrega: 2191392928

Nombre del archivo: LIZARBE_YENIFER_TESIS_FINAL_OCTUBRE_2023.pdf (1.83M)

Total de palabras: 12585

Total de caracteres: 62968

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LÚPULO (*Humulus lupulus*) CON TANINO A PARTIR DE TARA (*Caesalpineia spinosa*) PROVENIENTE DE PACAYCASA - AYACUCHO EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
2	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	apptransparencia.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	m.repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%

8	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
9	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
12	secgen.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
18	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
19	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

20

Submitted to Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo