



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
BANANO (*Cavendish gigante*) DE RECHAZO COMO  
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEBADA EN LA CALIDAD  
FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL**

**AUTORES:**

**JHON WASHINGTON TIRADO VERA  
GÉNESIS MABEL ZALAZAR ROSADO**

**TUTOR:**

**ING. DAVID MOREIRA VERA, Mg.**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2018**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Jhon Washington Tirado Vera y Génesis Mabel Zalazar Rosado, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**JHON W. TIRADO VERA**

---

**GÉNESIS M. ZALAZAR ROSADO**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. David Moreira Vera certifico haber tutelado el trabajo de titulación **BANANO (*Cavendish gigante*) DE RECHAZO COMO SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CEBADA EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL**, que ha sido desarrollada por Tirado Vera Jhon Washington y Zalazar Rosado Génesis Mabel, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. DAVID W. MOREIRA VERA, Mg.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **BANANO (*Cavendish gigante*) DE RECHAZO COMO SUTITUCIÓN PARCIAL DE CEBADA EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA CERVEZA ARTESANAL**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Tirado Vera Jhon Washington y Zalazar Rosado Génesis Mabel, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. ROSA I. GARCÍA PAREDES. Mg.

**MIEMBRO**

---

ING. NELSON E. MENDOZA GANCHOZO. Mg.

**MIEMBRO**

---

ING. ÉDISON F. MACÍAS ANDRADE. Mg.

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados obtenidos no se realizan con el esfuerzo de una sola persona, por ende le agradecemos a quienes sin duda alguna nos ayudaron a que este logro académico se ejecute de la mejor manera, nuestros agradecimientos van dirigidos a:

La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos abrió una ventana llena de oportunidades, a una educación superior de calidad, donde hemos formado nuestros conocimientos profesionales día a día.

Nuestros padres quienes fueron el pilar fundamental en el transcurso de nuestra etapa académica, y por darnos la mejor herencia como es el estudio.

Nuestro Tutor el Ing. David Moreira, que gracias a sus conocimientos alcanzados durante su vida profesional, hizo que la ejecución de este proyecto académico sea de gran apoyo y exitoso.

Nuestra docente Ing. Katerine Loor Cusme, que ha compartido sus conocimientos con nosotros, siendo una guía para culminar este proyecto investigativo.

El técnico del área de frutas y hortalizas de los talleres agroindustriales el Ing. Gabriel Velázquez Fortty, que siempre estuvo a disposición en la ejecución de nuestro proyecto investigativo.

**AUTORES**

## DEDICATORIA

*“La educación es el gran motor del desarrollo personal. Es a través de la educación como la hija de un campesino puede convertirse en una gran doctora, el hijo de un minero puede convertirse en el jefe de la mina, o el hijo de trabajadores agrícolas puede llegar a ser presidente de una gran nación.”*  
(Nelson Mandela).

Esta pequeña meta cumplida es en dedicatoria y al eterno agradecimiento que les debo a mis amados padres, Washington Tirado y Gemita Vera ya que con mucho esfuerzo, sacrificio y amor me dieron su apoyo incondicional para poder culminar esta carrera universitaria; a mis hermanas Jomaira y Karla Tirado que me brindaron siempre sus sabios consejos y ánimos de continuar; a mi hermano Aldair Tirado que no se encuentra con nosotros pero siempre lo recordamos y llevamos en nuestros corazones, porque “el día que dejemos de recordarlo, recién ese día habrá desaparecido de nuestros corazones”; a mi amada esposa Rosa Morocho e hija Johanne Tirado que fueron parte de mis pilares fundamentales para poder seguir con el camino emprendido, dándome siempre su apoyo hasta los últimos días de esta grandiosa carrera.

---

**JHON W. TIRADO VERA**

## DEDICATORIA

*Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa (Mahatma Gandhi).*

Este logro va dedicado a mi familia, mi Padre el Sr. Oriol Zalazar y mi Madre Anita Rosado, que fueron mi apoyo en todo momento durante mi etapa académica, por el esfuerzo y dedicación que me brindaron para cumplir una meta más en mi vida, por ese apoyo emocional que de una u otra forma me demostraron, para enfrentar las dificultades presentadas en el transcurso de este proceso académico.

---

**GÉNESIS M. ZALAZAR ROSADO**

## CONTENIDO GENERAL

<b>DERECHOS DE AUTORÍA</b> .....	ii
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>CONTENIDO GENERAL</b> .....	viii
<b>CONTENIDO DE CUADROS</b> .....	ix
<b>CONTENIDO FIGURA</b> .....	x
<b>CONTENIDO GRÁFICOS</b> .....	x
<b>CONTENIDO TABLAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>KEYWORDS</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b> .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1. CERVEZA.....	5
2.2. TIPOS DE CERVEZA.....	6
2.2.1. CERVEZA ALE.....	6
2.2.2. CERVEZA LAGER.....	6
2.3. CERVEZA ARTESANAL.....	7
2.4. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL.....	8
2.4.1. CEBADA ( <i>Hordeum Vulgare</i> ).....	8
2.4.2. ADJUNTOS CERVECEROS.....	10
2.4.2.1. BANANO ( <i>Cavendish gigante</i> ).....	10
2.4.3. LÚPULO ( <i>Humulus lupulus</i> ).....	11



2.4.4. LEVADURA ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	12
2.4.5. AGUA.....	13
2.5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.....	14
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO</b> .....	15
3.1. UBICACIÓN.....	15
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.3. FACTOR EN ESTUDIO.....	15
3.4. TRATAMIENTOS .....	16
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	16
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	17
3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL .....	19
3.8. VARIABLES A MEDIR Y MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	22
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	22
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CERVEZA ARTESANAL.....	23
4.2. COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS CON EL TESTIGO .....	28
4.3. PARÁMETROS SENSORIALES DE LA CERVEZA ARTESANAL .....	30
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	32
5.1. CONCLUSIONES .....	32
5.2. RECOMENDACIONES .....	32
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	34
<b>ANEXOS</b> .....	40

### CONTENIDO DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Composición de la cerveza .....	5
<b>Cuadro 2.2.</b> Características de los diferentes tipos de cerveza .....	7
<b>Cuadro 2.3.</b> Composición bioquímica del grano de cebada en %materia seca..8	
<b>Cuadro 2.4.</b> Composición bioquímica del banano variedad Cavendish .....	11
<b>Cuadro 2.5.</b> Porcentaje de lúpulo .....	12
<b>Cuadro 2.6.</b> Composición química del lúpulo .....	12
<b>Cuadro 3.1.</b> Tratamientos .....	16
<b>Cuadro 3.2.</b> Esquema del ANOVA .....	16

<b>Cuadro 3.3.</b> Composicion de la unidad experimental .....	17
<b>Cuadro 4.1.</b> Análisis Fisicoquímicos en los tratamientos y testigo .....	23
<b>Cuadro 4.2.</b> Análisis sensoriales en los tratamientos y testigo .....	30

### CONTENIDO DE FIGURA

<b>Figura 3.1.</b> Diagrama de proceso en la elaboración de cerveza artesanal .....	18
-------------------------------------------------------------------------------------	----

### CONTENIDO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1.</b> Análisis fisicoquímicos de pH en los tratamientos junto al testigo .....	24
<b>Gráfico 4.2.</b> Análisis fisicoquímicos de acidez total en los tratamientos junto al testigo.....	25
<b>Gráfico 4.3.</b> Análisis fisicoquímicos de densidad en los tratamientos junto al testigo.....	26
<b>Gráfico 4.4.</b> Análisis fisicoquímicos de grados de alcohol en los tratamientos junto al testigo .....	27
<b>Gráfico 4.5.</b> Comparación del tratamiento uno frente al testigo .....	28
<b>Gráfico 4.6.</b> Comparación del tratamiento dos frente al testigo.....	29
<b>Gráfico 4.7.</b> Comparación del tratamiento tres frente al testigo .....	29

### CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 4.1.</b> Análisis sensorial del parámetro color.....	30
<b>Tabla 4.2.</b> Análisis sensorial del parámetro olor .....	31
<b>Tabla 4.3.</b> Análisis sensorial del parámetro sabor .....	31

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo valorar los efectos fisicoquímicos y sensoriales de las sustituciones parciales de cebada con banano de rechazo en la obtención de un tipo de cerveza artesanal como una alternativa para su aprovechamiento. Se determinó el comportamiento del factor en estudio: porcentaje de banano, en relación al contenido de la mezcla de cebadas malteadas (95% malta pilsen + 5% malta caramelo), que originaron tres tratamientos; T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas), T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas), y T<sub>3</sub> (75% banano 25% mezcla de cebadas malteadas), conjuntamente se elaboró un testigo (100% mezcla de cebadas malteadas). Se evaluaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol) aplicando un ANOVA de un factor y prueba de Dunnet. Las características organolépticas (color, olor y sabor) se evaluaron con un panel de jueces no entrenados y por medio de la prueba de Friedman. Todos los tratamientos cumplieron con lo establecido por la NTE INEN 2262, resultando mejor tratamiento el T<sub>1</sub> que obtuvo 4.49 pH, 0.25% acidez total, y 5.78% alcohol establecido por la norma, la densidad obtuvo un promedio de 1.025 g/ml. Los resultados de los tratamientos frente al testigo no hubo diferencia significativa en el parámetro de pH y acidez total, mientras que la densidad el T<sub>1</sub> tiene diferencia significativa, al igual que el porcentaje de alcohol en los tres tratamientos. En el análisis sensorial el T<sub>3</sub> fue el mejor para el atributo color, y T<sub>1</sub> en olor y sabor.

## PALABRAS CLAVE

Cebadas malteadas, maceración, maduración, inoculación, carbonatación natural.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the physicochemical and sensory effects of partial substitutions of barley with rejection bananas in obtaining of type craft of beer as an alternative for its use. The behavior of the factor under study was determined: percentage of banana, in relation to the content of the mixture of malted barley mix (95% pilsen malt + 5% caramel malt), which originated three treatments; T<sub>1</sub> (25% banana + 75% mixture of malted barley), T<sub>2</sub> (50% banana + 50% mixture of malted barley), and T<sub>3</sub> (75% banana 25% mixture of malted barley), together a control was elaborated (100% mixture of malted barley). The physicochemical variables (pH, total acidity, density and alcohol grade) were evaluated by applying a one-way ANOVA and Dunnet test. The organoleptic characteristics (color, smell and flavor) were evaluated with a panel of untrained judges and by means of the Friedman test. All the treatments complied with what was established by the NTE INEN 2262, resulting in a better treatment for the T<sub>1</sub> that obtained 4.49 pH, 0.25% total acidity, and 5.78% alcohol established by the norm, the density obtained an average of 1.025 g/ml. In the results of the treatments against the control there were no significant difference in the parameter of pH and total acidity, while the density of T<sub>1</sub> has a significant difference, like the percentage of alcohol in the three treatments. In the sensory analysis, T<sub>3</sub> was the best for the color attribute, and T<sub>1</sub> for smell and taste.

## KEYWORDS

Malted barley, maceration, maturation, inoculation, natural carbonation.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El Ecuador se mantiene como el principal exportador de banano en el mundo, ya que el 30% de la oferta mundial de esta fruta es exportada desde aquí, representando también el 15% del total de las exportaciones que se realiza, logrando ser actualmente el segundo rubro de entrada de divisas del país (PROECUADOR, 2016).

La producción total estimada de esta fruta en el año 2016 en el país fue de 6'529.676 toneladas métricas resultantes de una superficie plantada de 186.221 hectáreas; en la provincia de Manabí la producción en ese mismo año fue de 93.782 toneladas métricas proveniente de 4.720 hectáreas (INEC, 2017). Así mismo en la parroquia Ángel Pedro Giler "La Estancilla", cantón Tosagua, Provincia de Manabí, se encuentra ubicada la bananera agroecológica "Nueva Esperanza" donde se pretende aprovechar esta fruta, cuenta con un territorio de 300 hectáreas, de las cuales 199.03 están plantadas con banano de la variedad *Cavendish gigante*, produciendo en la actualidad 3.954 toneladas métricas al año aproximadamente (Castro, 2017).

Las principales causas del alto porcentaje de rechazo de banano en los procesos de exportación, se da por las rigurosas exigencias en parámetros de calidad que buscan garantizar que el producto llegue en condiciones óptimas a los diferentes mercados, la fruta que no cumple con las especificaciones requeridas durante la etapa de selección, esta suelen ser deterioradas en las plantaciones, en depósitos de basura (Gonzabay, 2013) y para alimentación animal como ensilaje (Fernández, 2016) siendo un rechazo entre el 20% y 25 % del total producido (Faubla & y Ponce, 2016).

El banano por ser uno de los frutos más nutritivos que existe debido a la gran cantidad de componentes que posee; almidón, proteínas, vitaminas, minerales (Méndez, 2010), es aprovechada de diversas manera, como en la empresa CONFOCO S.A en la provincia de los Ríos, elaboran productos como harina y

puré de banano (Romero, Tinoco, & Dávila, 2015), también ésta fruta es utilizada en la producción de alcohol etílico (Vizueta, 2008).

Uno de los productos elaborados que requieren fuente de carbohidratos, es la cerveza, para su elaboración se puede utilizar como adjunto un producto diferente a la cebada que proporcione almidón (García, 2015). Tras investigaciones realizadas se pueden encontrar variedades de cervezas artesanales a base de otros productos, como en la elaboración de cerveza a partir de yuca en la ciudad de Ibarra (Carvajal & Insuasti, 2010); cerveza con almidón de papa elaborada en la zona de Manabí-Calaceta (Cedeño & Mendoza, 2016). Es por eso que se ha buscado la forma viable de aprovechar el rechazo de esta fruta mediante la elaboración de una cerveza artesanal como otra alternativa de aprovechamiento.

Con lo antes mencionado se plantea la siguiente interrogante:

¿Se podrá aprovechar el banano de rechazo en la bananera “Nueva Esperanza” ubicada en la parroquia Ángel Pedro Giler como otra alternativa de aprovechamiento en la obtención de una variedad de cerveza artesanal que cumpla con los estándares de calidad establecidos en la NTE INEN 2262?.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Con esta investigación se pretende utilizar el banano de rechazo como sustitución parcial de la cebada para el proceso de fabricación de una variedad de cerveza artesanal y obtener un producto final que cumpla con los estándares de calidad requeridos por la Norma Técnica Ecuatoriana 2262, así se logrará el uso de esta fruta como otra alternativa de aprovechamiento.

Debido a que el banano posee gran cantidad de componentes (Méndez, 2010), se convierte en una alternativa más para ser usada en la industria (Espinoza, 2015). Es por ello que se desea elaborar una cerveza artesanal con adjunto de banano utilizando un grado de madurez 5, ya que ésta fruta sufre transformaciones de textura durante el proceso de maduración, y la pérdida de

firmeza reduce la calidad y la hace más propensa a la degradación de sus estructuras vegetal (Chávez, 2017).

Además, el banano contiene el 7% de almidón (Rivera, 2014), y azúcares de 16°Brix (Torres, Montes, Pérez, & Andrade, 2013), permitiendo que las levaduras se alimenten de los azúcares para producir alcohol y gas carbónico (García, 2014), convirtiéndose en una fruta ideal para la elaboración de cerveza, ya que la misma necesita de materias primas que aporten almidón y azúcares (García, 2015). Las materias primas que les otorgan color, sabor y aroma a la cerveza (lúpulo, malta cebada, levadura y agua), pueden ser reemplazadas parcialmente (Cedeño & Mendoza, 2016); por ende, se tomó como referencia datos demostrados por García, K (2015) para establecer la formulación en los tratamientos, ya que utilizó el 25%, 50% y 75 % almidón de tubérculos para la elaboración de cerveza artesanal, basándose por la Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales.

También esta investigación servirá como punto de apoyo para futuras investigaciones que estén interesadas en poder implementar líneas de producción de bebidas alcohólicas mediante la utilización del banano de rechazo.

En el aspecto social, esta investigación se inspirará en el Plan Nacional del Buen Vivir (2017), enfocándose en el objetivo 10.- Impulsar la transformación de la matriz productiva, donde se detalla el estado actual y la necesidad de diversificar el conocimiento y la innovación como elementos del cambio.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Valorar los efectos fisicoquímicos y sensoriales de las sustituciones parciales de cebada con banano de rechazo en la obtención de un tipo de cerveza artesanal como una alternativa para su aprovechamiento.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características fisicoquímicas con lo establecido en la NTE INEN 2262 al finalizar el proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- Comparar los resultados obtenidos de los tratamientos frente al testigo.
- Determinar la aceptación de la cerveza artesanal con catadores no entrenados.

### **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos una de las sustituciones parciales de cebada con banano de rechazo influirá en las características fisicoquímicas y sensoriales de cerveza artesanal.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CERVEZA

La cerveza es la bebida de bajo contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación natural controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o derivados (NTE INEN 2262, 2013). Cuando se habla de cerveza se está hablando de una de las bebidas más importante de nuestra civilización, un producto que ha acompañado a la humanidad durante toda su historia (Fermun, Castells, & García, 2013).

Fue un elemento importante en la dieta del Egipto de los faraones y se mencionan diversos tipos de cerveza en los textos sumerios y acadios, los antiguos griegos y romanos conocían la cerveza pero la apreciaban poco, era una bebida de consumo habitual en Europa Occidental y Central desde aquellos tiempos; si hemos de dividir las regiones de Europa entre los bebedores de vino y de cerveza, España se inserta claramente entre los primeros, quizás por lo mismo el consumo de cerveza en sus dominios americanos no tuvo mayor desarrollo (Couyoumdjian, 2004).

En la composición de la cerveza están los valores relativos a un litro de cerveza de 11-12 grados Plato como se expresa en la cuadro 2.1:

**Cuadro 2.1.** Composición de la cerveza

<b>ENERGÍA Y NUTRIENTES</b>	<b>Aporte</b>
Agua	91 %
Alcohol	5 %
Energético	450 kcal
Residuos de hidratos de carbono	4 %
Sustancias proteicas	6 g
Aminoácidos esenciales	80 mg
Potasio	350 mg
Sodio	30 mg
Calcio	40 mg
Magnesio	80 mg
Fosforo	250 mg
Cobre	0.05 mg
Hierro	0.03 mg

Ácido cítrico	110 mg
Vitamina B2	300 ug
Vitamina B	25 ug
Vitamina B6	600 ug
<b>Grado Plato:</b> Cantidad en gramos de extracto seco primitivo del mosto original de la cerveza contenido en 100g de dicho mosto a la temperatura de 20°C	

Fuente: Pilla & Vinci (2013)

## 2.2. TIPOS DE CERVEZA

La cerveza tiene varias formas de clasificarse, siendo la más usual por su tipo de fermentación, lager (fermentación baja) y Ale (fermentación alta) (Castillo, 2014).

### 2.2.1. CERVEZA ALE

Es una cerveza de fermentación alta, debido a que las levaduras añadidas trabajan a temperaturas altas (18°C -26°C) transformando los azúcares del mosto de la cerveza (Castillo, 2014). Estas son elaboradas con levaduras que tienden a permanecer cerca de la superficie del mosto al final del proceso fermentativo; la levadura empleada para este tipo de cerveza es *Saccharomyces cerevisiae*, el proceso fermentativo de esta cerveza es relativamente corto, pudiendo ser culminado en una o dos semanas, debido a estas características las cervezas tipo ale son las preferidas por los fabricantes artesanales (Gonzales, 2017).

### 2.2.2. CERVEZA LAGER

La cerveza lager es también llamada cerveza de baja fermentación, son cervezas ligeras obtenidas cuando la levadura aportada ha trabajado en la parte baja del tanque y que evolucionan mejor a temperaturas más bajas, entre 1°C y 5°C; su característica es una cerveza suave, con una graduación moderada de alcohol y un color dorado (Castillo, 2014). Las levaduras utilizadas son cepas de *Saccharomyces uvarum* (Soria, 2017). Estas levaduras fermentan de manera óptima a temperaturas entre 4°C y 9°C, en contraste con las de alta fermentación que lo hacen a temperaturas elevadas (Gonzales, 2017).

En el cuadro 2.2, se detalla las siguientes características de los tipos de cervezas lager y ale:

**Cuadro 2.2.** Característica de los diferentes tipos de cerveza

TIPO DE CERVEZA	CARACTERÍSTICAS
<b>LAGER</b>	
<b>Pilsen, Hell o Pale</b>	Clara, mucho lúpulo, seca, poco cuerpo
<b>Dortmunder</b>	Igual que la Pilsen, pero con menos lúpulo y sabor más suave.
<b>Múnich, Dunkel o Dark</b>	Oscura, sabor intenso, aromática, poco lúpulo, poco amarga, dulce mucho más cuerpo.
<b>Bock, Marzen o Mazonbier</b>	Igual que la Múnich, pero con más alcohol
<b>ALE</b>	
<b>Pale ale</b>	Clara, mucho lúpulo, seca, muy amarga
<b>Brow ale</b>	Oscura, poco lúpulo, dulce
<b>Bittler</b>	Clara, mucho lúpulo, mucho cuerpo (pale ale de barril)
<b>Mild ale</b>	Semioscura, dulce, poco densa, amarga.
<b>Stout o Porter</b>	Muy oscura, mucho cuerpo y lúpulo, amarga, dulce o seca.

Fuente: Hidalgo & Tulcanaza (2016)

### 2.3. CERVEZA ARTESANAL

La cerveza artesanal presenta características propias que la distinguen de la cerveza industrial, ya que no suele utilizar aditivos artificiales o químicos, sino naturales (Lauzurica, 2015). También se diferencian en que no se pasteurizan, de modo que los aromas y sabores propios de la receta utilizada se conservan, tampoco sufren un proceso de filtrado, por lo que no se eliminan partículas en suspensión y se obtienen cervezas turbias. Al no realizarse estos dos procesos, tienden a sufrir una segunda fermentación en la botella, ya que la levadura sigue teniendo sustrato que fermentar (Torres & Bohórquez, 2017).

Cada maestro cervecero desarrolla su propia fórmula o receta, para conseguir lo que más le gusta a él y a sus clientes, por eso se puede encontrar cervezas de diferentes gustos aun dentro del mismo tipo de cerveza, eso hace que sea un producto más caro que la cerveza industrial (Chauca, 2015). En la preparación de la cerveza implica el entendimiento de una serie de reacciones enzimáticas, microbiológicas, así como el control de ciertos parámetros, lo que hace que el artesano se convierta en un estudioso del proceso y no descuidarse en la ejecución del procedimiento ya que obtendría una cerveza de baja calidad. Los principales parámetros a tener en cuenta son la temperatura y el tiempo, además realizar otras mediciones (pH, densidad, acidez entre otras) en el transcurso del proceso (Lujan & Vázquez, 2010).

## 2.4. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Las principales materias primas utilizadas en la elaboración de cerveza son; agua, cebadas malteadas, levadura y lúpulo (Ferrer, 2016), que pueden ser reemplazadas parcialmente (Cedeño & Mendoza, 2016).

### 2.4.1. CEBADA (*Hordeum Vulgare*)

La cebada pertenece a la familia de las gramíneas, es similar al trigo, su nombre científico es *Hordeum vulgare* (Hernández, 2017). La cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón, es la sustancia que da origen a los extractos fermentables. También contiene proteínas, generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de la espuma (Calleja, 2013). Así como también contribuyen sabores y colores que son exclusivamente característico de la cerveza (Vera, 2016).

El componente de mayor importancia en la cebada es el almidón, que está conformado por un 25% de amilosa y 75% de amilopectina, los demás polisacáridos se localizan en las paredes celulares e incluyen  $\beta$ -glucanos y los pentosanos (Díaz, 2016).

En el cuadro 2.3, se da a conocer la composición bioquímica del grano de cebada:

**Cuadro 2.3.** Composición bioquímica del grano de cebada en % materia seca

<b>Glucósidos</b>	<b>78-83</b>
Almidón	63-65
Sacarosa	1-2
Azúcares reductores	1
Pentosanos	8-10
$\beta$ -glucanos	3-5
<b>Proteínas</b>	<b>9-12</b>
Albúminas	1.5-1.9
Globulinas	0.4-0.5
Hordeínas	0.9-1.2
Glutelinas	3-4

Aminoácidos y péptidos	0.5
<b>Lípidos</b>	<b>2-3.5</b>
<b>Ácidos nucleicos</b>	<b>0.2-0.3</b>
<b>Minerales</b>	<b>2</b>
<b>Polifenoles</b>	<b>0.5-1.5</b>
<b>Otros compuestos</b>	<b>4-6</b>

Fuente: Díaz, M (2016)

La cebada pasa por un proceso de malteado muy sencillo, dependiendo de la variedad, se procesa bajo una germinación y secado, activándose de esta manera enzimas que convertirán los almidones en azúcares solubles (Zúñiga, 2013). En Ecuador se cultivaba cebada cervecera hace un par de décadas atrás, pero hoy en día las cervecerías industriales importan la malta ya procesada por ser más económica y de mejor calidad (Carvajal & Insuasti, 2010).

Algunas maltas utilizan el nombre de la ciudad en la cual se utilizó el proceso de malteado por primera vez (*malta Munich, malta Viena, malta Pilsner*), otras utilizan el nombre de los sabores o aromas que imparten (*malta chocolate, malta cristal, malta ahumada, malta de miel*), así mismo utilizan el nombre del color resultante del proceso de malteado (*malta pale, malta mild*) (Fundación Valle de Azapa, 2016). La malta Pilsen se obtiene del grano germinado-secado a baja temperatura, la malta Munich a mediana temperatura, y la malta Viena es resultando del grano germinado-secado de alta temperatura; la malta más utilizada en todo el mundo para la elaboración de cerveza es la malta Pilsen, debido a que su color es muy claro y sabor suave, dando como resultado cervezas rubias o doradas, pero en las maltas Múnich y Viena resultan cervezas de tono un poco oscuro que pueden llegar al rojo claro y sabores más intensos a malta (Carvajal & Insuasti, 2010).

Las maltas especiales son de color que va de ámbar a negro, muy horneado y con poco o nada de poder enzimático, suelen ser usados en pequeñas cantidades para incidir sobre el color o el gusto de la cerveza (Nava, 2016). Las proporciones están entre 5% y 10% del peso total de malta a utilizar para producir cerveza; el color y la espuma son las primeras contribuciones que se notan en cervezas con maltas especiales (Mardones, 2012).

## **2.4.2. ADJUNTOS CERVECEROS**

Los adjuntos cerveceros son ingredientes malteados o no malteados, que aportan extracto al proceso en reemplazo parcial de la malta sin afectar la calidad de la cerveza, estos pueden ser adjuntos crudos y modificados como jarabes (soluciones de azúcares) o azúcares obtenidos industrialmente por procesos enzimáticos a partir de una fuente de almidón (NTE INEN 2262, 2013). Estos productos ayudan a reducir el costo de elaboración de la cerveza, ya que son más barato que la malta; no contiene un papel relevante para proporcionar aroma, color o sabor (García, 2015).

Hoy en día existen diversos adjuntos utilizados para la elaboración de cerveza como; arroz, maíz, trigo, avena, sorgo, e ingredientes secundarios como frutas, hierbas y especias (Gonzales, 2017). La elaboración de cerveza en Estados Unidos en su proceso utilizan el 40% malta y 60% adjunto, mientras que en Europa solo admiten el empleo de 40%, y en otros países impiden su uso en cantidades mayores que la malta (Gonzales, 2017).

### **2.4.2.1. BANANO ( *Musa paradisiaca* )**

Es una de las frutas con gran fuente de carbohidratos (Jaramillo & Salazar, 2015), rico en potasio, vitamina A y vitamina C (Vizueta, 2008). A partir del banano se pueden obtener diversos productos como jugos, mermeladas, jaleas, polvo, harina, almidón (Moreira, 2013).

El termino banana es generalmente usado para definir un gran número de especies o híbridos en el género *Musa* de la familia Musaceae, casi todos los cultivares comestibles provienen de dos especies diploideas *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*; entre los subgrupos que más se encuentran en el Ecuador son de la variedad Cavendish (Vizueta, 2008).

A continuación en el cuadro 2.4, se detalla la composición química del banano variedad Cavendish:

**Cuadro 2.4.** Composición bioquímica del banano variedad Cavendish

Humedad (%)	74.4
Energía (cal)	94
Proteína (g)	1.3
Lípidos (%)	0.9
Carbohidratos totales (%)	22.7
Fibra (%)	0.3
Ceniza (%)	0.7
Calcio (mg)	139
Fósforo (mg)	20
Hierro (mg)	0.8
Beta caroteno (ucg)	75
Tiamina (mg)	0.04
Rivoflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.8
Ácido ascórbico (mg)	10

Fuente: Vizueta, O (2008)

### **Variedad Cavendish gigante**

El banano variedad Cavendish gigante posee un área foliar muy extensa, un pseudotallo de grosor considerable y muy resistente, raíces gruesas y fuertes (Carrera, 2011). Esta variedad tiene un alto rendimiento, es rica en proteínas, fibra dietética, ácidos grasos y potasio. Es un fruto que tiene un tamaño mediano ligeramente curvos y de color amarillo verdoso al madurar (Carvajal & Murgueitio, 2017).

### **2.4.3. LÚPULO (*Humulus lupulus*)**

El lúpulo, es una planta trepadora y perenne de la familia de las cannabáceas, su nombre científico es *Humulus lupulus* (García, 2014). Se cultiva solo en climas templados y uno de los principales productores es Inglaterra (Hernández, 2017).

El lúpulo es ideal para darle identidad a la cerveza, como también la técnica adecuada para obtener el resultado esperado en aroma, sabor o amargor (Aftyka, 2018). Se estima que un buen punto de partida para una cerveza de baja densidad la cantidad de lúpulo puede ir de 2g/l (Gigliarelli, 2018). También se adiciona porcentajes de lúpulo ya sea para pellets o lúpulo como flores en los distintos tiempos de hervor, como se detalla en el cuadro 2.5 (Volgrig, 2017):

**Cuadro 2.5.** Porcentajes de lúpulo

Tiempo de hervor en minutos	Porcentaje de utilización	
	Flor	Pellets
0 a 9	5	6
10 a 19	12	15
20 a 29	15	19
30 a 44	19	24
45 a 59	22	27
60 a 74	24	30
Más de 75	27	34

Fuente: Volgrig, W (2017)

La industria cervecera requiere de materias primas de alta calidad y los lúpulos son fundamentales ya que contribuyen significativamente a las cualidades organolépticas de la cerveza, como el gusto y el sabor (Pavlovic & Pavlovic, 2011). Los compuestos singulares que contribuyen enormemente al sabor y aroma de la cerveza son los ácidos amargos, los aceites esenciales y en menor medida los taninos, el resto de componentes como las proteínas, hidratos de carbono o minerales, no presentan ningún interés por su escasa repercusión en el balance final del proceso de fabricación de cerveza (Torres & Bohórquez, 2017). El lúpulo cumple varias funciones importantes como amargor, sabor, aroma y conservación (Carvajal & Insuasti, 2010).

En el cuadro 2.6, se detalla la composición química del lúpulo (Silva, 2012):

**Cuadro 2.6.** Composición química del lúpulo

Sustancia	Cantidad (%)
Agua	10.0
Resinas totales	15.0
Aceites esenciales	0.5
Taninos	4.0
Monosacáridos	2.0
Pectina	2.0
Aminoácidos	0.1
Proteína (N*6.25)	15.0
Lípidos y ceras	3.0
Cenizas	8.0
Celulosa, Lignina, etc.	40.4
Total	100.00

Fuente: Silva, M (2012)

#### 2.4.4. LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza) (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016). Pueden ser de color gris o amarillento, con olor agradable y sabor acre



debido a la reacción ácida (Castillo, 2014). Son los microorganismos más utilizados para la producción de etanol por la vía fermentativa, debido a que producen un mejor proceso de separación después de la fermentación (Prida, Cuevas, & Quintana, 2012). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016).

Para que las bebidas sean fermentadas debe haber una proliferación de microorganismos que consuman los carbohidratos presentes en la materia prima, y utilicen esos carbohidratos como fuente de energía, para generar diferentes metabolitos como; etanol, metanol, glicerol, entre otros (Casas, Aguilar, De La Garza, Morlett, & Rodríguez, 2015). El contenido de proteínas en las levaduras varía entre 40% y el 50% de su peso seco y tienen una excelente calidad en función de su perfil de aminoácidos esenciales; la mayoría de las levaduras toleran un rango de pH entre 3 y 10, pero les resulta favorable un medio ligeramente ácido con un pH entre 4.5 y 6.5, son capaces de competir con la bacteria *Streptococcus bovis*, el principal productor de ácido láctico en el remen por azúcares solubles (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016).

#### **Levadura Safale S-04**

Levadura seleccionada para elaboración de Ales inglesas por su característica, fermentación rápida y su capacidad de formar un sedimento compacto al final de la fermentación debido a su alta floculación, ayudando a mejorar la claridad de la cerveza (Candelario, 2015), atenuación de 68-72% y temperatura de fermentación de 18 a 20°C (rango completo 12-25), debido a su alta floculación y atenuación media deja un perfil ligeramente maltoso/dulce; normalmente tarda alrededor de cuatro días en alcanzar la gravedad final (ACCE, 2013).

#### **2.4.5. AGUA**

El 90% de una cerveza corresponde al agua, por ende es el ingrediente más importante a la hora de elaborar la cerveza (Ferrer, 2016). Es utilizada en grandes cantidades, se emplea todo en las fases de malteado y de molturación (Pilla & Vinci, 2013). Todos los tipos de agua contienen sales minerales, por lo

tanto la elección de un tipo de agua es clave a la hora de decidir el tipo de cerveza que se va a elaborar, no solo por sus posibles componentes gustativos, ya que el sodio y el potasio confieren un sabor salino a las cervezas, los sulfatos dejan una sensación de sequedad en la boca y el calcio contenido en la mayoría de aguas tiende a precipitar los fosfatos que contiene el mosto, reduce el pH del líquido y aumenta el nitrógeno que asimilan las levaduras, lo que es un coadyuvante a la floculación de las mismas (Ferrer, 2016).

En la elaboración de cervezas rubias ligeras, suelen utilizar agua muy blanca, con poco extracto seco y bajo contenido de calcio; para la elaboración de alta fermentación, las aguas ricas en calcio y sales minerales son más adecuadas, debido a que la salinidad puede disminuir en parte el dulzor natural provocado en el malteado de la cebada, por ello las sales minerales contenidas en el agua son importantes en la elaboración de cerveza, ya que inciden de forma directa sobre las reacciones enzimáticas que se producen durante su proceso, específicamente en la fase de fermentación del mosto (Ferrer, 2016).

## **2.5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA**

La fermentación alcohólica es el proceso por el cual las levaduras transforman el mosto en alcohol, dióxido de carbono y otros subproductos que constituyen a las características de la cerveza (Martínez, 2015). Los tiempos de fermentación oscilan entre ocho a quince días a una temperatura de 10°C a 16°C (Bofill & Gallardo, 2014).

La fermentación alcohólica inicia con el ingreso de la glucosa a las células del microorganismo, donde es degradada a dos moléculas de piruvato siguiendo la ruta de la glicólisis, el piruvato es transformado en acetaldehído mediante descarboxilación; adicionalmente en esta ruta se generan distintos metabolitos secundarios como alcoholes superiores, ésteres, ácidos y diacetilos (Blanco, 2016). La temperatura de fermentación, así como el tipo de levaduras utilizada, son de gran relevancia al reproducir un estilo de cerveza determinado, por lo cual en la producción es común usar refrigeración para controlar la temperatura en el proceso de fermentación (Garduño, Martínez, López, & Ruíz, 2014).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

Esta investigación se realizó en los talleres de Frutas y Hortalizas, y en el Laboratorio de Bromatología de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, Provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es 0°50'65" latitud sur y 80°10'05.87" longitud oeste, a una altitud de 21 msnm (Google Earth, 2018).

### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se estableció en una investigación experimental para la ejecución del factor en estudio, debido a que se realizó varias pruebas con los tratamientos que fueron evaluadas fisicoquímicas y sensorialmente, asimismo investigación bibliográfica para la búsqueda de información y descriptiva para determinar mediante un test evaluativo cuál de los tratamientos obtuvo mayor aceptación.

### 3.3. FACTOR EN ESTUDIO

El factor que se manipuló para la sustitución parcial del banano en cerveza artesanal fue:

**Factor A:** Porcentaje de banano (*Cavendish gigante*) con un grado de madurez 5 (Ver anexo 1).

**Niveles:** En el factor A se empleó los siguientes niveles:

**a<sub>1</sub>:** 25%

**a<sub>2</sub>:** 50%

**a<sub>3</sub>:** 75%

### 3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se emplearon en esta investigación se detallan en el cuadro 3.1, donde se estableció tres tratamientos con cinco repeticiones y un testigo:

**Cuadro 3.1.** Tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
1	T1	25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas
2	T2	50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas
3	T3	75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas
Testigo	TR	100% mezcla de cebadas malteadas

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se aplicó un diseño DCA (Diseño completamente al azar) empleando un total de tres tratamientos, ajustándose al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_i \quad [3.1]$$

Donde  $\mu$  es la fuente de variación total,  $T_i$  es la fuente de utilización de los tratamientos malta base+ malta caramelo con banano adicionado en la maceración,  $\varepsilon_i$  son las posibles causas de error no controladas dentro de la combinación. A continuación en el cuadro 3.2, se presenta el esquema del ANOVA:

**Cuadro 3.2.** Esquema del ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	14
Tratamientos	2
Error experimental	12

Se desarrolló un ANOVA de un factor para identificar las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y el testigo, y prueba de Dunnet para revelar diferencias entre medias.

### 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Los tratamientos que se detallan en el cuadro 3.3, estuvieron compuestos por 1000g, distribuido de la siguiente manera: porcentaje de banano (25, 50, y 75) y

mezcla de cebadas malteadas (95% malta Pilsen+ 5% malta caramelo) con una relación de 1:5 de agua mineral:

**Cuadro 3.3.** Composición de la unidad experimental

MATERIA PRIMA	TRATAMIENTO							
	T1		T2		T3		TR	
	%	g	%	G	%	g	%	g
Banano	25	250	50	500	75	750	0	0
Malta pilsen + malta caramelo	75	750	50	500	25	250	100	100
<b>Total mezcla maceración</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>1000</b>
Agua mineral	--	5000	--	5000	--	5000	--	5000
Lúpulo	1 g/L	5	1 g/L	5	1 g/L	5	1 g/L	5
Levadura cervecera S04	1 g/L	5	1 g/L	5	1 g/L	5	1 g/L	5

### 3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para la elaboración de cerveza artesanal se ejecutó un diagrama de proceso (Figura 3.1), posteriormente se detalló cada una de las operaciones durante el desarrollo de la investigación:

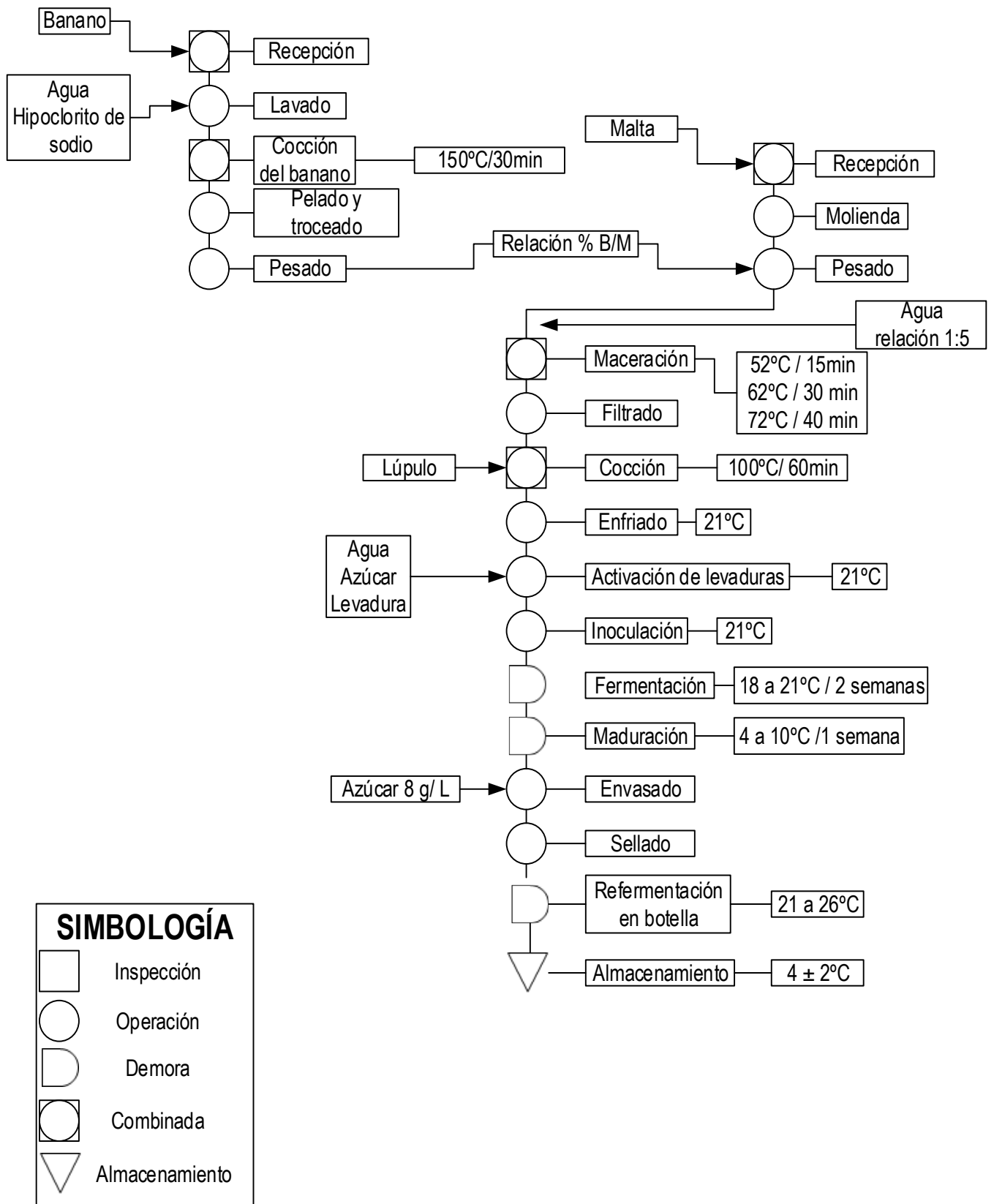


Figura 3.1. Diagrama de proceso en la elaboración de cerveza artesanal.

### 3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

**Recepción de materia prima:** Como materia prima se utilizó cebadas malteadas (malta pilsen y malta caramelo) proveniente de la cervecería artesanal Madero Tosagua, y banano (*Cavendish gigante*) de rechazo con un grado de madurez 5 de la Bananera Nueva Esperanza; el lúpulo variedad *Willamette* en pellets, y levadura Safale S04 también fueron adquiridas en la cervecería artesanal en la ciudad de Portoviejo.

**Lavado:** La materia prima (banano) recibida y seleccionada se procedió a un lavado con agua potable y con hipoclorito de sodio (1mg/L) para eliminar microorganismos y residuos presentes en la fruta, estuvieron sumergidas durante 10 minutos, luego se procedió a enjuagar para quitar cualquier residuo del hipoclorito que pudiese afectar el producto.

**Cocción:** Una vez terminado el proceso de lavado en la fruta, se sometió a cocción para una previa esterilización y activación enzimática mediante un horno industrial (capacidad de 4 latas independientes, 1.64 m ancho y 0.85m largo) donde la fruta (con cáscara) fue sometida a una temperatura de 150°C por un tiempo de media hora.

**Pelado y licuado:** Al finalizar el proceso de cocción de la fruta, se procedió a retirar la cáscara, y la pulpa obtenida pasó por una licuadora industrial marca IDEALI (capacidad 15 litros, 110-220v) para convertir una pasta semilíquida, y ser de mayor mezcla de adjunto con la cebada.

**Molienda:** Para esta operación se utilizó un molino marca corona, procurando moler el grano (cebada) sin tritarlo por completo, debido a que si se obtuviera un polvo fino ocasionaría la obstrucción del paso del mosto. La finalidad de este proceso es lograr que las enzimas contenidas en la malta se desdoblén con facilidad durante la maceración.

**Maceración:** Se procedió en añadir el banano en relación al porcentaje de la cebada, donde se sometió a diferentes temperaturas y a distintos tiempos (52°C/15min, 62°C/30min y 72°C/40min) con el propósito de que las enzimas

degraden los constituyentes de la malta (proteínas y carbohidratos) a formas solubles y originar el líquido a fermentar. Luego se procedió a elevar la temperatura a 52° C y se mantuvo por el lapso de 15 minutos para activar las enzimas proteasas. Una vez transcurrido este periodo de tiempo se elevó la temperatura a 62°C por 30 minutos, activando la enzima  $\beta$ -amilasa. Continuando con este proceso se elevó por última vez la temperatura a 72°C por 40 minutos, logrando activar la enzima Alfa-amilasa para transformar los almidones en azúcares simples y ser consumidos por las levaduras.

**Filtrado:** Se procedió a filtrar las sustancias insolubles llamadas afrecho, este proceso de filtrado se realizó en dos etapas; la primera fue descargar el mosto principal obteniéndose un líquido sin partículas, y la segunda fue el lavado del afrecho con agua caliente, con el propósito de extraer el mayor porcentaje de azúcares fermentables, para esto se añadió agua en función a la misma cantidad con la que se formuló la maceración (5 litros). La filtración se realizó mediante un lienzo el cual las sustancias que no entraron en solución quedaron atrapadas. Continuamente en función al agua agregada, el mosto fue trasladado a una olla de aluminio para realizar el proceso de cocción.

**Cocción del mosto:** El mosto fue sometido a temperatura de ebullición por una hora para los siguientes propósitos: inactivar las enzimas presentes, esterilizar el mosto y formar sustancias responsables del aroma y sabor al producto final, para lo cual se le adicionó lúpulo (1g/l) en dos proporciones; es decir, al comienzo de la ebullición del mosto se le agregó la mitad para proporcionarle amargor a la cerveza, y la proporción restante minutos antes de terminar la cocción responsable del sabor y aroma, se le adicionó gelatina sin sabor para que las impurezas producidas por el lúpulo y el banano se precipiten en el fondo del recipiente, al mismo tiempo durante la cocción se procedió a retirar la espuma que se formó en el mosto.

**Enfriado:** Con el fin de poder crear las condiciones necesarias para la levadura, se hizo un enfriamiento rápido del mosto en la misma olla que se realizó la cocción, mediante el uso de hielo se ubicó alrededor del recipiente por la parte externa logrando bajar la temperatura rápidamente a 21°C, con la finalidad de



que el mosto no sea expuesto por mucho tiempo al aire y evitar contaminación del mismo, posteriormente se procedió a inocular.

**Inoculación:** En este proceso se basó en activar previamente la levadura: para activar la levadura se utilizó un poco de mosto y una pequeña cantidad de azúcar para proceder a mezclar hasta disolver totalmente; la cantidad de levadura utilizada, fue en relación a la cantidad del mosto que se va a fermentar (1g/l). Ésta se dejó reposar de 5 a 10 minutos para ser añadida al mosto ya envasado y agitar constantemente, a continuación se realizó un sellado hermético con la colocación de airlock conectado mediante un agujero en la parte superior de la tapa del envase, y así permitir el paso del CO<sub>2</sub>.

**Fermentación:** Una vez inoculado el mosto con la levadura, se almacenó en un cuarto climatizado a una temperatura de 18 a 21°C, durante un periodo de tiempo de dos semanas, para iniciar con el proceso de fermentación primaria.

**Maduración:** Una vez transcurrido los días de fermentación se trasvasó a otro recipiente mediante sifonado para eliminar la capa de residuos formada por la levadura; en este proceso se empleó temperaturas de 4 a 10°C durante una semana, se lo realizó con el propósito de modificar el sabor y aroma de la bebida.

**Envasado:** Se preparó una solución de azúcar mezclada con una pequeña cantidad de mosto con el objetivo de reactivar la levadura; la formulación de azúcar se realizó en una cantidad de 8 gramos por litro de cerveza, luego se envasó en botellas ámbar de 600ml previamente esterilizados.

**Sellado:** Inmediatamente se procedió a realizar un sellado seguro a los envases con tapas tipo corona, evitando el escape del CO<sub>2</sub> producido durante la reactivación de la levadura.

**Refermentación en botella:** Este proceso constó en mantener durante una semana el producto a temperaturas de 21 a 26 °C, para que la levadura se reactive produciendo CO<sub>2</sub>, dando como resultado la carbonatación de la cerveza.

**Almacenamiento:** Una vez culminado el proceso de elaboración de cerveza, se almacenó a una temperatura de  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  en un congelador, marca Indurama, posteriormente se le realizaron los análisis fisicoquímicos y sensoriales.

### **3.8. VARIABLES A MEDIR Y MÉTODO DE EVALUACIÓN**

1) Los análisis fisicoquímicos realizados según datos establecido por la NTE INEN 2262:2013 fueron los siguientes:

- pH (NTE INEN 2325)
- Acidez Total expresado como ácido láctico (%) (NTE INEN 2323)
- Grados de alcohol expresado en % (v/v) (NTE INEN 2322)
- Otros de los análisis fisicoquímicos importantes es la densidad expresada en g/ml (NTE INEN 0349) ésta no consta dentro de la NTE INEN 2262 en la elaboración de cerveza, pero también se considera importante.

2) Análisis sensorial:

Las características organolépticas de las muestras de cerveza artesanal, se determinaron mediante una escala hedónica de cinco puntos (ver anexo 2), fueron evaluadas por 50 jueces no entrenados, a cada panelista se le entrego cuatro muestras a una temperatura aproximado de  $4^{\circ}\text{C}$  en vasos transparentes con un volumen de 10ml, codificadas aleatoriamente de tres dígitos. Los parámetros evaluados fueron; color, olor y sabor.

### **3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal fueron sometidos a pruebas de normalidad (Test de Shapiro Wilk), homogeneidad de varianza y homocedasticidad (Test Levene). Consecutivamente al cumplir los supuestos se aplicó análisis de varianza ANOVA, Coeficiente de Variación (CV) y la prueba Dunnet. Así mismo, en los análisis sensoriales se utilizó el método estadístico de Friedman. Los resultados fisicoquímicos y sensoriales, fueron sometidos a un análisis de datos, en el que se utilizó el programa estadístico SPSS versión 20 (2011).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE LA CERVEZA ARTESANAL

Los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal con adjunto parcial de banano se presentan en el cuadro 4.1, en donde se muestran diferencia significativa (Dunnet  $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. Los datos obtenidos de los análisis cumplen con los requisitos según NTE INEN 2262 en las variables de pH, acidez total y grados de alcohol en todos los tratamientos.

Cuadro 4.1. Análisis fisicoquímicos en los tratamientos y testigos

Tratamientos	Variable			
	pH	Acidez Total como ácido láctico (%)	Densidad (g/ml)	Grados de Alcohol (% v/v)
T1	4.49 ± 0.077 NS	0.25 ± 0.045 NS	1.025 ± 0.006*	5.78 ± 0.274*
T2	4.50 ± 0.093 NS	0.25 ± 0.045 NS	1.018 ± 0.001 NS	7.11 ± 0.189*
T3	4.50 ± 0.123 NS	0.24 ± 0.059 NS	1.010 ± 0.004 NS	7.96 ± 0.059*
TR	4.48 ± 0.58	0.27 ± 0.036	1.019 ± 0.003	4.80 ± 0.075
CV	1.87	18.00	0.69	19.56
Sig	0.95	0.85	0.000	0.000

Los datos corresponden al promedio de las variables fisicoquímicas ± desviación estándar.

\* = Diferencias significativas (Dunnet  $p < 0.05$ ), NS = No significativo.

**pH:** Mediante el análisis de varianza se estableció que no hay diferencia significativa entre tratamientos (ver anexos 9). Los valores obtenidos se muestran en el gráfico 4.1, donde se conoce que el T<sub>1</sub> (25% banano+ 75% mezcla de cebadas malteadas) logró el menor valor de pH, alcanzando un promedio de 4.49, mientras que el tratamiento T<sub>2</sub> (50% banano +75% mezcla de cebadas malteadas) y T<sub>3</sub> (75% banano + 25% de mezcla cebadas malteadas) obtuvieron valores máximo de 4.50. Datos similares obtuvo Mencía & Pérez (2016) quienes elaboraron cerveza artesanal con malta de maíz, determinando valores de 4.1 a 4.4.

En un estudio de automatización en la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale Lujan & Vásquez (2010) mencionan valores más bajos en el parámetro de pH registrando datos de 3.9. Por otra parte Panda *et al.*, (2015) reportaron los siguientes valores que oscilan entre 3.05 a 3.45 en la evaluación tecnológica,

bioquímica y sensorial en la sustitución de la cebada por camote en proporciones de 30 a 100%.

Los resultados obtenidos en los tratamientos y el testigo concuerdan con lo estipulado por la NTE INEN 2262:2013, que indica un rango de pH en la cerveza entre 3.5 a 4.8. Así mismo la NTON 03 038-06 da valores similares en el pH, con un rango de 3 a 4.8.

De acuerdo con Fuentes *et al.*, (2014) los valores de pH menores a 4.2 produce acidez y valores de 4.7 provoca la activación de microorganismos, por lo que es importante evitar la activación de agentes patógeno para obtener el sabor característico de la cerveza. En efecto de lo antes mencionado, la tendencia del T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y el testigo son considerados aceptables como los mejores variantes desde el punto de vista de Zúñiga (2013) que obtuvieron datos en la utilización de diferentes porcentajes de lúpulo en distintos tiempos, en la elaboración de una cerveza artesanal tipo Ale, determinando valores entre 4.38 a 4.60.

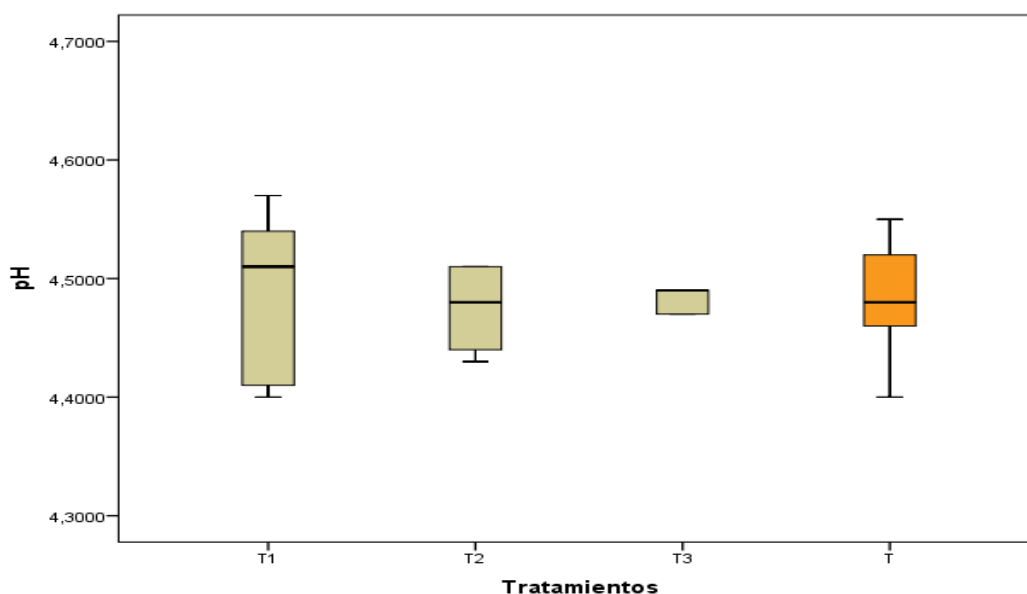


Gráfico 4.1. Análisis fisicoquímicos de pH en los tratamientos junto al testigo

**Acidez total:** Se estableció que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (ver anexo 9) como se detalla en el grafico 4.2, indicando que el T<sub>3</sub> (75% de banano + 25% de mezclas de cebadas malteadas) obtuvo un valor menor a 0.24%, a diferencia del T<sub>1</sub> (25% banano + 75% de mezclas de cebadas

malteadas) y T<sub>2</sub> (50% banano + 50% de mezclas de cebadas malteadas) que alcanzaron el mismo valor equivalente a 0.25%.

Lo indicado por Panda *et al.*, (2015), la acidez en la cerveza se debe a que la fermentación alcohólica es un proceso bioquímico complejo en el que el aumento de acidez se atribuye a una serie de conversiones que ocurren en el medio, las levaduras responsables del proceso fermentativo tienen la función de excretar nucleótidos, ácidos orgánicos, y dióxido de carbono, el cual aumenta la acidez de la cerveza.

Los resultados de los tratamientos y el testigo estuvieron dentro del rango que estipula la norma INEN 2262:2013, que determina un máximo de 0.3% de acidez expresada como ácido láctico. Así mismo los resultados logrados por Terán (2017) en evaluación de la utilización de amaranto para la elaboración de cerveza artesanal tuvo un valor igual a 0.3%, mientras que Bandonill & Sánchez (2004) quienes investigaron el efecto de sustituir arroz (*Oryza sativa L.*) germinado y sin germinar en el proceso de elaboración de cerveza, los resultados finales fueron menores a 0.22 y 0.24 % (m/m), a diferencia de Panda *et al.*, (2015) que obtuvieron valores mayores a 0.7%. Logrando describir que la acidez total no se ve influenciada con los diferentes tratamientos de la sustitución parcial de banano por cebada en la elaboración de cerveza artesanal.

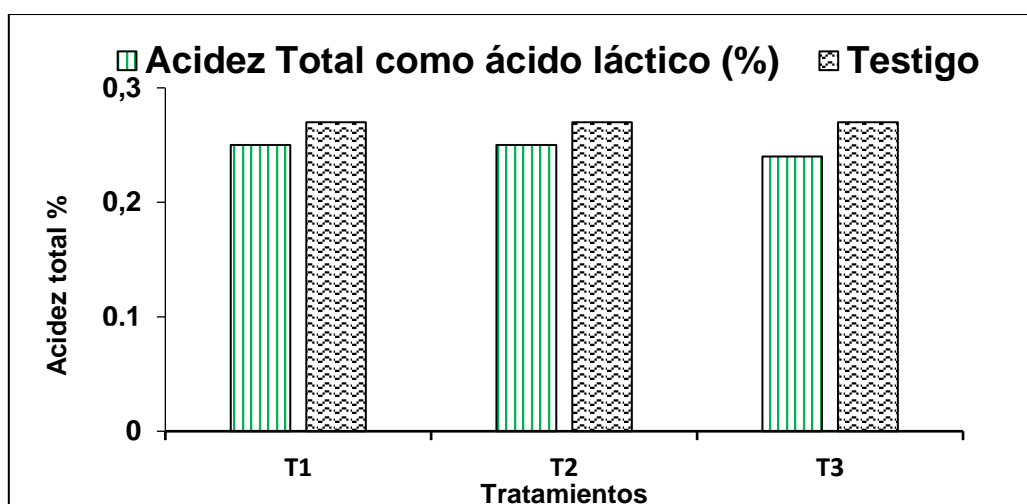


Gráfico 4.2. Análisis fisicoquímicos de acidez total en los tratamientos junto al testigo

**Densidad.-** Los resultados logrados de este parámetro (ver anexo 9) revelan diferencias significativas en el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas

malteadas), que obtuvo un valor máximo de 1.025 g/ml, a diferencia del T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas) y el T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) que no tuvieron diferencias significativas, demostrando valores entre 1.018 y 1.010 g/ml. Los datos obtenidos están en relación a los resultados encontrados por Adenuga *et al.*, (2010) que estuvieron entre 1.014 a 1.040 g/ml en la elaboración de cerveza artesanal a partir de sorgo, mostrando valores mayores a los presentados por Strong & England (2015) que hicieron un control automático en la producción de cerveza artesanal en las etapas de cocción y maceración, obteniendo valores de 1.010 a 1.015 g/ml.

González (2017) estipula que la densidad es una característica derivado del grado de carbonatación de la cerveza, ya que la baja concentración de CO<sub>2</sub> en el seno del líquido produciría una espuma laxa (carece de rigidez) y poco compacta en la superficie, contrariamente, una profusa (abundante) carbonatación ocasionará que las burbujas se generen tan rápido que tenderán a acumularse en la superficie y formarán una espuma consistente y compacta.

Para Gigliarelli (2016) la densidad final consistente de la cerveza debe estar aproximadamente entre 1.006 y 1.030 g/ml, por lo tanto el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas), T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas), y T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) están dentro de la aceptabilidad según lo establecido por el autor antes mencionado. Así mismo los datos obtenidos del testigo estuvieron dentro de lo estipulado por Panda *et al.*, (2015), que muestran valores entre 1.010 a 1.020 g/ml.

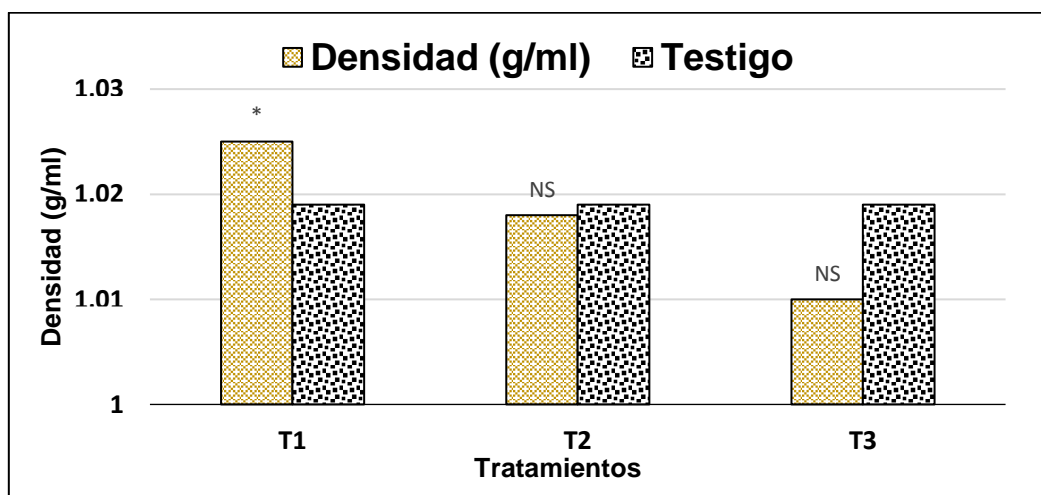


Gráfico 4.3. Análisis fisicoquímicos de densidad en los tratamientos junto al testigo

**Grados de alcohol.-** Se determinaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todos los tratamientos (ver anexo 9). Los valores obtenidos oscilan entre 5.78 y 7.96 % (v/v), por lo consiguiente concuerdan con los datos obtenidos por Bandonil & Sánchez (2004) quienes obtuvieron valores de 5.26 a 7.67% (v/v) en sustituir arroz (*Oryza sativa L.*) germinado y sin germinar en la elaboración de cerveza. Mientras que Roger *et al.*, (2013) indican valores menores entre 4.5 a 7% (v/v) en la obtención de una cerveza artesanal a partir de maíz y sorgo. Así mismo Strong & England (2015) con valores entre 4.5 a 6.2 % (v/v) en el control automático en la producción de cerveza artesanal en las etapas de cocción y maceración.

Suárez (2013) afirma que cuanto más denso sea el mosto, mayor alcohol tendrá la cerveza, por ende el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas) se vio influenciado con un contenido de alcohol menor a 5.78%v/v, a diferencia del T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas) y T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) que obtuvieron valores mayores a 7.11 y 7.96% (v/v). Los resultados obtenidos en los tratamientos estuvieron dentro del rango permitido por la norma INEN 2262:2013 al igual que el testigo que obtuvo un valor de 4.80%(v/v) como se detalla en el grafico 4.4.

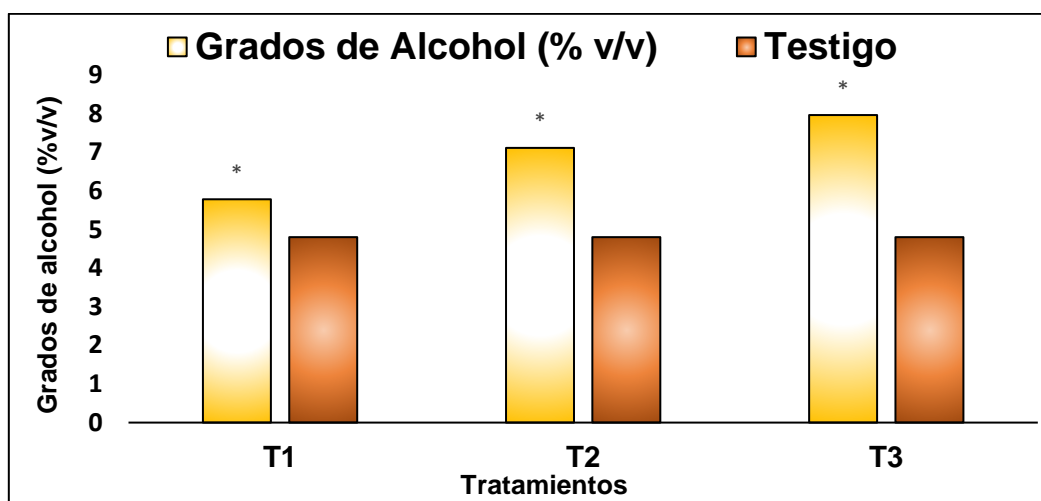


Gráfico 4.4. Análisis fisicoquímicos de grados de alcohol en los tratamientos junto al testigo

## 4.2. COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS CON EL TESTIGO

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Dunnet (ver anexo 9) determinaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas) en comparación con el testigo en la variable de densidad y grados de alcohol, a lo contrario de la variable de pH y acidez que no existe diferencia significativa misma que se pueden observar en el gráfico 4.5, mostrando un descenso de 4.49 a 4.48 en el pH y un aumento de 0.25 a 0.28% en acidez total.

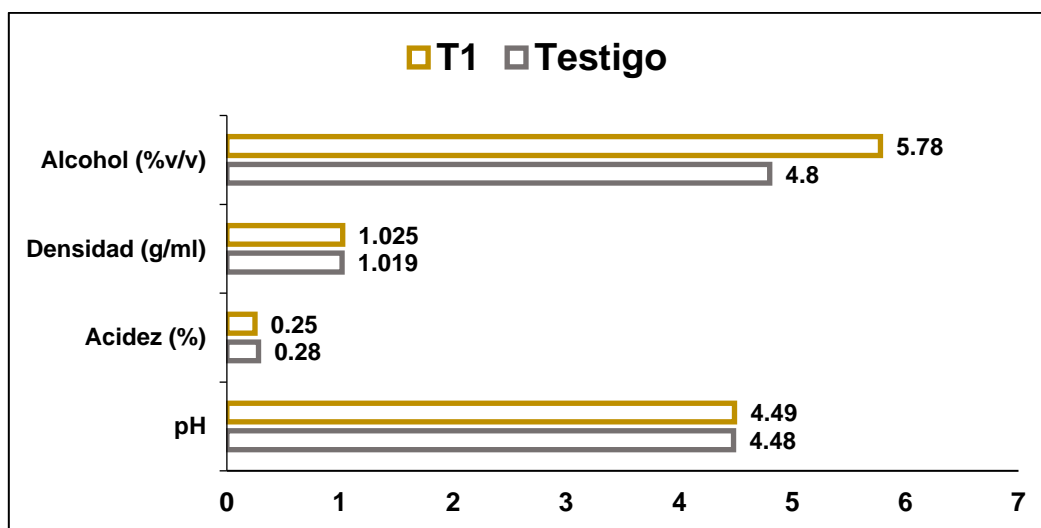


Gráfico 4.5. Comparación del tratamiento uno frente al testigo

Los resultados del T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas) frente al testigo no existe diferencia significativa (ver anexo 9) para las variables pH, acidez total y densidad, mostrando en el gráfico 4.6, un descenso de pH de 4.5 a 4.48, para la variable acidez total aumenta del 0.25 a 0.28% así mismo la densidad entre 1.018 a 1.019 g/ml; mientras que en la variable de alcohol si hay diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), siendo un descenso notable de 7.11 a 4.8 % (v/v).



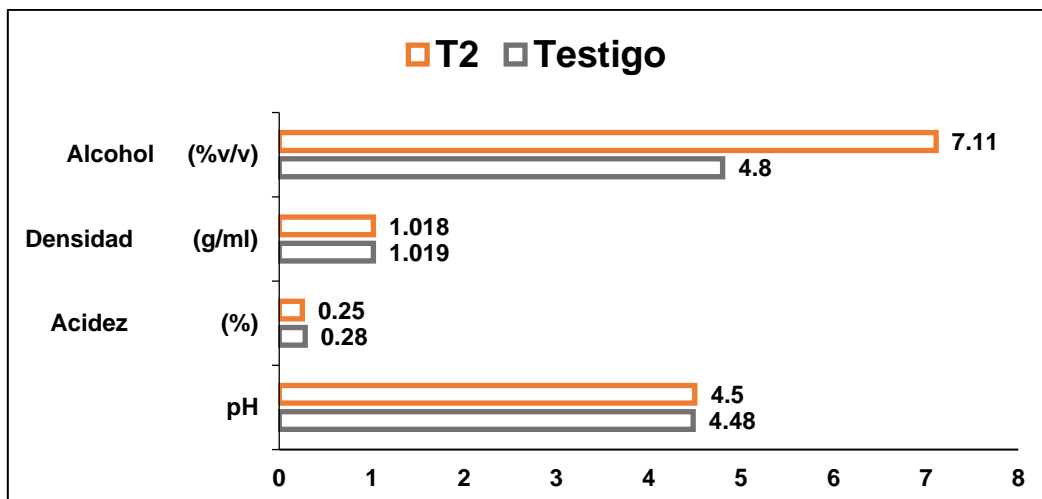


Gráfico 4.6. Comparación del tratamiento dos frente al Testigo

El T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) los datos obtenidos de pH y acidez total se comportan de forma normal y poca variación frente al testigo, como se observa en el gráfico 4.7, en la variable de densidad muestra diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de 1.010 a 1.019 g/ml, mientras que el porcentaje de alcohol está muy alejado con un descenso de 7.96 % (v/v) para el T<sub>3</sub> a 4.8 % (v/v) para el testigo.

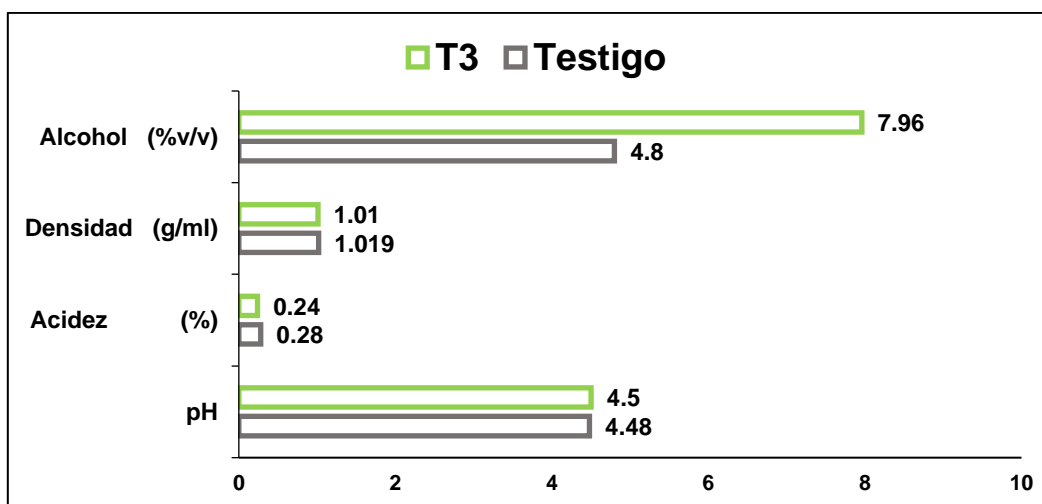


Gráfico 4.7. Comparación del tratamiento tres frente al testigo

### 4.3. PARÁMETROS SENSORIALES DE LA CERVEZA ARTESANAL

Los datos logrados de los análisis sensoriales (cuadro 4.2) fueron realizados por catadores no entrenados mediante una escala hedónica de cinco puntos, presentando diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Friedman ( $p > 0.05$ ) para los atributos evaluados (ver anexo 10).

**Cuadro 4.2.** Análisis sensoriales en los tratamientos y testigo.

Tratamientos	Atributos			
	Color	Olor	Sabor	Medias
T1	2.25	2.25	1.85	2.11
T2	2.40	2.47	2.35	2.40
T3	1.93	2.99	2.61	2.47
TR	3.42	2.99	3.19	3.2
<b>Chi cuadrado</b>	19.41	20.88	20.19	-
<b>P</b>	0.0001	0.0200	0.0001	-

Como se observa en el tabla 4.1, en el atributo color evaluado mediante la prueba de Friedman, se determinó que el mejor tratamiento fue el T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) seguidamente del T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas), puesto que Gonzáles (2017) indica que el color de cerveza proviene de la mezcla de los diferentes granos de tostado de la malta, el cual proporcionan una gama de colores. Sin embargo IPGRI (2017) manifiesta que el banano en estado maduro la pulpa es de tonalidad amarillo a anaranjado, por ende los porcentajes de banano agregados a los tratamientos no se ve influenciada negativamente en el color de la cerveza.

Tratamiento	Media	n			
T3	1.93	50	A		
T1	2.25	50	A	B	
T2	2.40	50		B	C
TR	3.42	50			D

**Tabla 4.1.** Análisis sensorial del parámetro color en los tratamientos junto al testigo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Otro de los atributos evaluados fue el olor, como se observa en el tabla 4.2, que el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas) tuvo mayor aceptación a similitud del T<sub>3</sub> (75% banano + 25% banano) que tuvo diferencia mínima. Según Barrachina (2014) manifiesta que el olor de la cerveza suele provenir de productos añadidos durante la elaboración, por esta razón no se ve influenciada la cantidad de banano agregada en la elaboración de cerveza artesanal.

Tratamiento	Media	n				
T1	2.25	50	A			
T3	2.29	50	A	B		
T2	2.47	50	A	B	C	
TR	2.99	50				D

**Tabla 4.2.** Análisis sensorial del parámetro olor en los tratamientos junto al testigo  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El comportamiento del atributo sabor, evaluado mediante la prueba de Friedman (tabla 4.3), estableció que el tratamiento con mayor aceptación fue el T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas), seguido del T<sub>2</sub> (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas) quedando como tercer categoría el T<sub>3</sub> (75% banano + 25% mezcla de cebadas malteadas) debido a que González (2017) expresa que los adjuntos cerveceros deben ser añadidos en cantidades que no afecten significativamente el contenido sacarino del mosto ni desnivele el sabor con exceso de acidez y astringencia, por ende el 75% de banano agregado como sustitución parcial de la cebada se ve influenciado en el sabor de la cerveza artesanal.

Tratamientos	Media	n				
T1	1.85	50	A			
T2	2.35	50		B		
T3	2.61	50		B	C	
TR	3.19	50				D

**Tabla 4.3.** Análisis sensorial del parámetro sabor en los tratamientos junto al testigo  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- Los resultados fisicoquímicos evaluados en los diferentes tratamientos, se ajustan a los requisitos que exige la NTE INEN 2262:2013, teniendo como ejemplo el T<sub>1</sub> (25%banano + 75% mezclas de cebadas malteadas) que obtuvo 5.78%(v/v) de alcohol, una acidez de 0.25% y un pH equivalente a 4.49.
- Los resultados obtenidos de los tratamientos frente al testigo mediante la prueba de Dunnet, recalca que el pH y la acidez no tienen diferencia significativa, mientras que la densidad del T<sub>1</sub> (25%banano + 75% mezclas de cebadas malteadas) si tiene diferencia significativa, al igual que el porcentaje de alcohol es sus tres tratamientos.
- Mediante análisis sensoriales, se obtuvieron resultados por parte de un panel de catadores no entrenados, donde determinaron que el color de la cerveza del T<sub>3</sub> (75%banano + 25% mezclas de cebadas malteadas) fue el mejor, así mismo en los atributos del olor y sabor el T<sub>1</sub> (25%banano + 75% mezclas de cebadas malteadas) alcanzando los mejores resultados.
- Con los porcentajes de banano aplicados en los tratamientos de estudio se logró obtener que la fruta si es apta para una sustitución parcial en la elaboración de cerveza artesanal, cuyos datos obtenidos fueron corroborados.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Para elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de cebada por banano, se recomienda utilizar la formulación del T<sub>1</sub> (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas) ya que este tratamiento obtuvo los mejores resultados en los análisis fisicoquímicos y sensoriales.

- Establecer un método de maceración eficiente en la elaboración de cerveza artesanal, su temperatura no debe disminuir de 52°C ni pasar de 72°C, para que las amilasas estén en su punto óptimo y puedan degradar los almidones y azúcares.
- Incorporar el requisito de densidad en la Norma Técnica Ecuatoriana 2262:2013, que a pesar de no estar dentro de la norma se considera una variable importante al momento de elaborar cerveza artesanal.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACCE (Asociación de Cerveceros Caseros Españoles). (2013). *Levadura características Safale S-04*. Recuperado de: <http://www.cerveceros-caseros.com/index.php/foro/viewtopic.php?t=39031>
- Adenuga, W., Olaleye, O., y Adepoju, P. (2010). Utilization of bitter vegetable leaves (*Gongronema latifolium*, *Vernonia amygdalina*) and *Garcinia kola* extracts as substitutes for hops in sorghum beer production. *Revista African Journal of Biotechnology*, 9(51), 8819-8823.
- Aftyka, R. (2018). *Pasión por la Cerveza: Obras Diversas*. Argentina: Penguin Random House Grupo Editorial Argentina
- Bandonil, E., y Sánchez, P. (2004). Optimization of process parameters for rice (*Oryza sativa* L.) Beer Production in the philippines. *Revista Food Science and Technology*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Evelyn\\_Bandonill/publication/268295178\\_OPTIMIZATION\\_OF\\_PROCESS\\_PARAMETERS\\_FOR\\_RICE\\_Oryza\\_sativa\\_L\\_BEER\\_PRODUCTION\\_IN\\_THE\\_PHILIPPINES/links/572df00708ae7441518f3db3.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Evelyn_Bandonill/publication/268295178_OPTIMIZATION_OF_PROCESS_PARAMETERS_FOR_RICE_Oryza_sativa_L_BEER_PRODUCTION_IN_THE_PHILIPPINES/links/572df00708ae7441518f3db3.pdf)
- Barrachina, A. (2014). *La nariz sabe: Los aromas que puede tener una cerveza. Cerveza Artesana*. Recuperado de <https://www.cervezartesana.es>
- Blanco, A. (2016). *Modelamiento cinético de fermentación alcohólica de la miel de abeja a diferentes escalas de producción* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Boffill, Y., y Gallardo, I. (2014). Ventajas de la producción de cerveza. *Revista Tecnología Quimica*, 34(3), 266-274.
- Calleja, J. (2013). *Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo. Micro cervecería* (Tesis de pregrado). Universidad de Cádiz, España.
- Candelario, A. (2015). *Diseño de una Microcervecera* (Tesis de Pregrado). Universidad de La Laguna, San Cristóbal de la Laguna, España
- Carrera, M. (2011). *La necesidad e importancia en la producción de implantar la variedad meristema en los cultivos de banano en el ecuador 2010* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Carvajal, L., & Insuasti, M. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Carvajal, M., & Murgueitio, F. (2017). *Características de las proteínas de la cascara de platano tipo Williams (*Giant Cavendish*)* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

- Casas, A., Aguilar, C., De la Garza, H., Morlett, J., Montet, D., y Rodríguez, R. (2015). Non-Saccharomyces yeast importance during fermentation of alcoholic beverage. *Revista Investigación y Ciencia*, 23(65), 73-79
- Castillo, J. (2014). *Guía de cervezas artesanales españolas*. Madrid, España: Visión libros.
- Castro, J. (25 de Mayo de 2017). *Banano de rechazo en la finca Nueva Esperanza*. (J. Loor, & N. Moreira, Entrevistadores).
- Cedeño, G., & Mendoza, J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo ale con almidón de papa como adjunto y especias* (Tesis de Pregrado). Universidad ESPAM, Calceta, Ecuador.
- Couyoumdjian, J. (2004). Una bebida moderna: la cerveza en Chile en el siglo XIX. *Revista Historia Santiago*. 37(2), 1-22
- Chauca, G. (2015). *Automatización del proceso de maceración en la elaboración de cerveza artesanal* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Chávez, K. (2017). *Desarrollo de un prototipo de snack crujiente a base de almidón resistente de banano de rechazo (Musa Cavendish)* (Tesis de Pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Díaz, M. (2016). *Evaluación de la aptitud de 15 genotipos de cebada, cultivados en 4 localidades, para la obtención de extracto de malta* (Tesis de Pregrado). Universidad Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Espinoza, S. (2015). *Obtención de alcohol etílico a partir de almidón de banano (Cavendish gigante) en la Provincia del Oro, el Guabo 2014* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Machala, Oro, Ecuador.
- Faubla, A., & Ponce, H. (2016). *Evaluación Bromatológica y toxicológica de microorganismos específicos en la obtención del ensilaje de banano verde* (Tesis de Pregrado). Universidad ESPAM. Calceta, Ecuador.
- Fermun, D., Castells, I., y García, M. (2013). *Guía para descubrir las mejores artesanas*. Madrid, España: Grupo Planeta Spain.
- Fernández, W. (2016). *Utilización de ensilaje de banano como suplemento alimenticio en el engorde de vacas mestizas Brahman en pastoreo en el cantón Marcabelí, provincia de El Oro* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Ferrer, J. (2016). *Elaboración de vinos, otras bebidas alcohólicas, aguas, cafés e infusiones*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Fuentes, A., & Fuentes, E. (2014). *Obtención de cerveza artesanal tipo ale oscura utilizando un equipo biorreactor de nivel piloto* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

- Fundación Valle de Azapa (2016). *Manual de Elaboración de Cerveza Artesanal*. Recuperado de <http://fundacionvalledeazapa.cl/data/documents/CERVEZA-DE-ELABORACION-ARTESANAL.pdf>
- García, L. (2014). *Cerveza: la bebida de la felicidad*. Barcelona, España: grupo planeta (GBS).
- García, K. (2015). *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos* (Tesis de Pregrado). Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Garduño, A., Martínez, S., López, I., y Ruíz, A. (2014). Simulación del proceso de fermentación de cerveza artesanal. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15(2), 221-232.
- Gigliarelli, P. (2016, 05 de Junio). Pumpkin Beer. *Revista Mash*. Recuperado de <http://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=425>
- Gigliarelli, P. (2018, 17 de Agosto). Hop Stand. *Revista Mash Ciencia Cervecera*. Recuperado de <http://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=438>
- Gonzabay, R. (2013). Cultivo de banano en el ecuador. *Revista Afese*, 58(58), 113-142.
- Gonzales, M. (2017). *Principios de Elaboración de las cervezas Artesanales*. North Carolina USA: Ilustrada.
- Google Earth. (2018). *Ubicación geográfica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. Recuperado de: [www.google.com](http://www.google.com)
- Hernández, A. (2017). *Microbiología Industrial*. Costa Rica. EUNED
- Hidalgo, J., & Tulcanaza, F. (2016). *Industrialización de granos andinos: Cerveza artesanal de quinua ATIY*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- INEC. (2017). *Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP)*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>
- IPGRI (Internacional Plant Genetic Resources Institute). (2017). *Descriptores para el banano*. Recuperado de [https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning\\_space/descriptors\\_banana\\_spa.pdf](https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/descriptors_banana_spa.pdf)
- \_\_\_\_\_. 1978. NTE INEN 0349: *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la densidad*. Quito-ecuador, EC.
- \_\_\_\_\_. 2002. NTE INEN 2322: *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del grado de alcohol*. Quito-ecuador, EC.










- \_\_\_\_\_. 2002. NTE INEN 2323: *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de la acidez total*. Quito-ecuador, EC.
- \_\_\_\_\_. 2002. NTE INEN 2325: *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH*. Quito-ecuador, EC.
- \_\_\_\_\_. 2006. NTON 03 038: *Bebidas fermentadas. Cervezas Especificaciones*. América Central, Nicaragua. NIC.
- \_\_\_\_\_. 2013. NTE INEN 2262: *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos*. Quito-Ecuador, EC.
- Jaramillo, X., & Salazar, P. (2015). *Evaluación del uso entre banano verde o banano maduro (cavendish) como adjunto en el desarrollo de una cerveza artesanal* (Tesis de Pregrado). ESPOL, Guayaquil, Ecuador.
- Lauzurica, Jesús. (2015). *Impuestos Especiales II: Figuras Impositivas*. Madrid, España. Grupo Taric, SA.
- Lujan, M., y Vázquez, V. (2010). Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Revista Scientia Agropecuaria*, 1(2), 125-137.
- Mardones, N. (2012). *Evaluación del uso de maltas caramelo en la elaboración de cerveza* (Tesis Pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Martínez, A. (2015). *Análisis corporativo de compuestos bioactivos en cervezas artesanales y cervezas industriales* (Tesis de Pregrado). Universidad de Lleida, España.
- Mencia, G., & Pérez, R. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azúcar y miel de abeja* (Tesis de Pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Méndez, A. (2010). *Evaluación de la extracción de almidón del banano verde (Musa Sapientum Variedad Gran Enano) producto de desecho de las industrias bananeras y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos* (Trabajo de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, América Central.
- Moreira, K. (2013). *Reutilización de residuos de la cáscara de bananos (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Nava, I. (2016). *Creación de una empresa productora y comercializadora de cerveza artesanal en la delegación Coyoacán* (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Santo Tomás, México

- Panda, S., Swain, M., Ray, R., y Kayitesi, E. (2015). Anthocyanin-rich sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) Beer: Technology, biochemical and sensory evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 3040-3049.
- Pavlovic, M., y Pavlovic, V. (2011). Model evaluation of quality attributes for hops (*Humulus lupulus* L.). *Revista Agrociencia*, 45(3), 339-351.
- Pilla, S., y Vinci, G. (2013). *Cerveza de todo el mundo*. México: Parkstone International.
- Plan Nacional del Buen vivir. (2017). *Vicepresidencia de la República del Ecuador*. Recuperado de <http://www.vicepresidencia.gob.ec>
- Prida, J., Cuevas, M., y Quintana, J. (2012). Evaluación industrial de levaduras del género *saccharomyces* en la destilería George Washington. *Revista Tecnología Química*, 32(1), 34-42.
- PROEcuador. (2016). *Banano y Plátano*. Ministerio de Comercio Exterior. Recuperado de <https://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/banano/>
- Ramírez, C., Tapia, F., y Calvo, B. (2010). Evaluación de la calidad de fruta de banano de altura que se produce en el cantón Turrialba, Costa Rica. *Revista de las Sedes Regionales*, 11(20), 107-127.
- Rivera, V. (2014). *Efecto del estado de madurez del banano Cavendish en las propiedades de hidratación de la harina y gel* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Roger, D., Venassius, L., Justin, E., y Franccedil, E. (2013). Processing of Amgba: A sorghum-maize based beer, brewed in Cameroon. *Journal of Brewing and Distilling*, 4(1), 11-18.
- Romero, H., Tinoco, O., y Dávila, K. (2015). Hidrólisis enzimática de residuos agroindustriales del banano para la obtención de jarabe glucosado aplicando tres pretratamientos. *Revista de Investigación Industria Data*, 18(1), 101-107.
- Silva, M. (2012). *Industrialización de cerveza de cebada (*Hordeum distichon*) con extracto de ginseng (*Panax ginseng*) para el desarrollo de una bebida innovadora en sabor, presentación para la ciudad de Quito* (Tesis de Pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Soria, J. (2017). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de cerveza artesanal a base de cebada (*hordeum vulgare*) y cacao de fino aroma (*theobroma cacao*)* (Tesis de Pregrado). Universidad ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- Suárez, M. (2013). *Cerveza: Componentes y Propiedades* (Tesis de Maestría). Universidad de Oviedo, España.

- Suárez, C., Garrido, N., y Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revista ICIDCA*, 50(1), 20-28.
- Strong, G., y England, K. (2015). Beer Style Guidelines. *BJCP (Beer Judge Certification Program)*. Recuperado de <https://bellinghamhomebrewersguild.org>
- Terán, S. (2017). *Evaluación de la utilización de amaranto (amaranthus spp) como adjunto y dos cepas de levadura (saccharomyces cerevisiae) en la fabricación de cerveza* (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Torres, R., Montes, E., Pérez, O., y Andrade, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Revista Scielo*, 24(3), 51-56.
- Torres, D., & Bohórquez, D. (2017). *Sustitución parcial del lúpulo (Humulus lupulus) por cidrón (Aloysia citrodora) en la elaboración de cerveza artesanal* (Tesis de Pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia
- Vera, M. (2016). *Desarrollo y formulación de cervezas artesanales*. Recuperado de [http://www.usmp.edu.pe/vision2016/pdf/materiales/DESARROLLO\\_Y\\_FORMULACION\\_DE\\_CERVEZAS\\_ARTESANALES.pdf](http://www.usmp.edu.pe/vision2016/pdf/materiales/DESARROLLO_Y_FORMULACION_DE_CERVEZAS_ARTESANALES.pdf)
- Vizueta, O. (2008). *Estudio del efecto de la movilidad de agua a diferentes estados de madurez en la deshidratación osmótica del banano* (Tesis de pregrado). Universidad ESPO, Guayaquil, Ecuador.
- Volgrig, Walter. (2017, 18 de Diciembre). Calculo de IBUS. *Revista Mash*. Recuperado de <http://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=71>
- Zúñiga, M. (2013). *Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale* (Tesis pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**ESCALA DE COLORES DE VON LOESECHE**

Color normal al arribo	Verde <b>1</b>	
Primer cambio de color durante el ciclo de maduración	Verde claro <b>2</b>	
Cambio pronunciado del color, listo para enviar al detallista en estaciones de clima templado	Verde amarillento <b>3</b>	
Color recomendado para despacho al detallista durante temporada fría	Más amarillo que verde <b>4</b>	
Color ideal para colocar en los exhibidores de los detallistas	Amarillo con puntas verdes <b>5</b>	
Apto para venta y consumo	Totalmente amarillo <b>6</b>	
Completamente maduro con mejor sabor y mayor valor nutritivo	Amarillo con puntas café <b>7</b>	

Fuente: (Ramírez, Tapia, & Calvo, 2010)

## ANEXO 2 TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL

	CARRERA DE AGROINDUSTRIA EVALUACIÓN SENSORIAL "CERVEZA ARTESANAL CON ADJUNTO DE BANANO"	
		
<b>Observaciones:</b> Para las muestras de cervezas que usted va a evaluar, marque con una <b>X</b> la que considere apropiada.		
PUNTAJE	COLOR	MUESTRAS
1	Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>
2	Me agrada poco	<input type="checkbox"/>
3	Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>
4	Poco desagradable	<input type="checkbox"/>
5	Desagradable	<input type="checkbox"/>
OLOR		
1	Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>
2	Me agrada poco	<input type="checkbox"/>
3	Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>
4	Poco desagradable	<input type="checkbox"/>
5	Desagradable	<input type="checkbox"/>
SABOR		
1	Me agrada mucho	<input type="checkbox"/>
2	Me agrada poco	<input type="checkbox"/>
3	Ni me agrada ni me desagrada	<input type="checkbox"/>
4	Poco desagradable	<input type="checkbox"/>
5	Desagradable	<input type="checkbox"/>

**ANEXO 3**  
**PROCESO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA**  
**COCCIÓN DEL BANANO**



**ANEXO 4**  
**PROCESO DE MACERACIÓN**



**ANEXO 5**  
**COCCIÓN DEL MOSTO**



**ANEXO 6**  
**PROCESO DE FERMENTACIÓN**








**ANEXO 7**  
**REFERMENTACIÓN EN BOTELLA**





**ANEXO 8**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

	<b>ESPAMMFL</b>				
REPÚBLICA DEL ECUADOR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b>				
<b>LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL</b>					
NOMBRES DE ESTUDIANTES:	JHON TIRADO VERA - GÉNESIS ZALAZAR ROSADO				
DIRECCIÓN:	CALCETA				
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	05/06/2018				
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	11/07/2018				
MUESTRAS ENVIADAS:	20				
<b>RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
MÉTODO	NTE INEN 2325:2002	NTE INEN 2323:2002	NTE INEN 0349:1978	NTE INEN 2322:2002	
MUESTRAS	RÉPLICAS	pH	ACIDEZ (% ÁCIDO LÁCTICO)	DENSIDAD (g/ml)	GRADO DE ALCOHOL (% v/v)
T1	1	4.40	0.27	1.028	5.99
	2	4.54	0.30	1.027	6.10
	3	4.51	0.27	1.014	5.70
	4	4.41	0.18	1.028	5.40
	5	4.57	0.24	1.028	5.73
T2	1	4.44	0.18	1.019	7.36
	2	4.51	0.30	1.018	7.24
	3	4.66	0.27	1.018	7.10
	4	4.43	0.27	1.020	6.90
	5	4.48	0.24	1.018	6.97
T3	1	4.49	0.15	1.010	7.93
	2	4.36	0.21	1.010	7.96
	3	4.70	0.30	1.016	8.00
	4	4.47	0.24	1.011	8.02
	5	4.49	0.28	1.010	7.87
Testigo	1	4.46	0.30	1.017	4.87
	2	4.40	0.26	1.015	4.80
	3	4.48	0.28	1.020	4.87
	4	4.52	0.21	1.019	4.75
	5	4.55	0.29	1.024	4.70
					
 Lic. Cruz Pimárgote Zambrano JEFE DE LABORATORIO			 Ing. Jorge Teca Delgado ANALISTA		

## ANEXO 9

## COMPROBACIÓN DE LOS SUPUESTOS DE LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS

### TEST DE SHAPIRO WILK

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
pH	15	4.497333	.0925409	4.3600	4.7000
Acidez	15	.246667	.0474593	.1500	.3000
Densidad	15	1.017733	.0075542	1.0050	1.0280
Alcohol	15	6.951333	.9429957	5.4000	8.0200

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		pH	Acidez	Densidad	Alcohol
N		15	15	15	15
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	4.497333	.246667	1.017733	6.951333
	Desviación típica	.0925409	.0474593	.0075542	.9429957
Diferencias más extremas	Absoluta	.179	.222	.167	.168
	Positiva	.179	.131	.167	.150
	Negativa	-.094	-.222	-.157	-.168
Z de Kolmogorov-Smirnov		.693	.859	.646	.652
Sig. Asintót. (bilateral)		.723	.451	.798	.789

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

### TEST DE LEVENE

Variable	F	gl1	gl2	Sig.
pH	0.091	2	12	0.914
Acidez	0.268	2	12	0.769
Densidad	2.715	2	12	0.107
Alcohol	3.494	2	12	0.064

Prueba de Homogeneidad de Varianzas

### ANOVA FACTORIAL PARA PH, ACIDEZ TOTAL, DENSIDAD Y GRADO DE ALCOHOL

pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.001	2	.000	.049	.952
Intra-grupos	.119	12	.010		
Total	.120	14			

**Acidez**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.001	2	.000	.167	.848
Intra-grupos	.031	12	.003		
Total	.032	14			

**Densidad**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.001	2	.000	15.989	.000
Intra-grupos	.000	12	.000		
Total	.001	14			

**Alcohol**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	11.992	2	5.996	157.463	.000
Intra-grupos	.457	12	.038		
Total	12.449	14			

**PRUEBA DE DUNNET CON LA INCLUSIÓN DEL TESTIGO**

Variable Dependiente	(J) Tratamientos	(I) Tratamientos	Diferencias de medias (I-J)	Sig.
pH	TR	T1	.0040	0.724
		T2	.0220	0.596
		T3	.0200	0.611
Acidez	TR	T1	-.0160	0.898
		T2	-.0160	0.898
		T3	-.0320	0.968
Densidad	TR	T1	.0060*	0.041*
		T2	-.0006	0.826
		T3	-.0092*	1.000
Alcohol	TR	T1	.9860*	0.000
		T2	2.3160*	0.000
		T3	3.1580*	0.000

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas de Dunnet tratan un grupo como control y lo comparan con todos los grupos.

## ANEXO 10

### ANÁLISIS SENSORIALES

#### Color

Tratamiento	Media	n			
T3	1.93	50	A		
T1	2.25	50	A	B	
T2	2.40	50		B	C
TR	3.42	50			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

Chi cuadrado: = 19.41

P: 0.0001

#### Olor

Tratamiento	Media	n			
T1	2.25	50	A		
T3	2.29	50	A	B	
T2	2.47	50	A	B	C
TR	2.99	50			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

Chi cuadrado: = 20.88

P: 0.0020

#### Sabor

Tratamientos	Media	n			
T1	1.85	50	A		
T2	2.35	50		B	
T3	2.61	50		B	C
TR	3.19	50			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

Chi cuadrado: = 20.19

P: 0.0001

**ANEXO 11**  
**REQUISITOS NTE INEN 2262**



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 2262**  
Primera revisión  
2013-11

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS**

**ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS**

---

Correspondencia:

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	<b>BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 2262:2013 Primera revisión 2013-11</b>
-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

## 1. OBJETO

1.1. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.

## 2. DEFINICIONES

2.1. Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

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

**2.1.2 Cerveza pasteurizada.** Producto que ha sido sometido a un proceso térmico que garantice la inocuidad del mismo usando las apropiadas unidades de pasteurización UP.

**2.1.3 Unidad de Pasteurización UP.** Carga letal de 60°C por un minuto. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$UP = Z \times 1.393^{(T-60)}$$

En donde:

UP = unidad de pasteurización;  
Z = tiempo de exposición, en minutos,  
T = temperatura real de exposición, en °C.

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

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

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

## 3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

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

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO<sub>2</sub>.

#### 3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

4.1.1.1 Cerveza sin alcohol: grado alcohólico  $\leq 1,0\%$  v/v

4.1.1.2 Cerveza de bajo contenido alcohólico:  $1,0\% \text{ v/v} < \text{grado alcohólico} \leq 3,0\% \text{ v/v}$

4.1.2 Por su extracto original:

4.1.2.1 Cerveza normal: aquella que presenta un extracto original entre 9,0% en masa y menor de 12,0 % en masa

4.1.2.2 Cerveza liviana: aquella que presenta un extracto seco original entre 5% en masa y menor de 9,0 % en masa.

4.1.2.3 Cerveza extra: aquella que presenta un extracto seco original entre el 12,0 % en masa y menor al 14 % en masa.

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{(2,0665 \cdot A) + E_R}{100 + (1,0665 \cdot A)} \cdot 100$$

En donde:

$P$  = extracto original en % Plato.

$A$  = contenido de alcohol en la cerveza en % m/m.

$E_R$  = extracto real de la cerveza en % Plato.

#### 4.1.3 Por su color:

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

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

#### 4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

#### 4.1.5 Por la proporción de materias primas:

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

4.1.5.2 Cerveza 100% de malta o de pura malta: cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene exclusivamente de cebada malteada.

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

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.



TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0	NTE INEN 2322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2323
Carbonatación	Volúmenes de CO <sub>2</sub>	2,2	3,5	NTE INEN 2324
pH	-	3,5	4,8	NTE INEN 2325
Contenido de hierro	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,2	NTE INEN 2326
Contenido de cobre	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2327
Contenido de zinc	mg/dm <sup>3</sup>	-	1,0	NTE INEN 2328
Contenido de arsénico	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2329
Contenido de plomo	mg/dm <sup>3</sup>	-	0,1	NTE INEN 2330

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		METODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm <sup>3</sup>	-	10	NTE INEN 1 529-17
Mohos y levaduras	up/cm <sup>3</sup>	-	10	NTE INEN 1 529-10

## **6. INSPECCIÓN**

**6.1 Muestreo.** El muestreo se debe realizar de acuerdo a la NTE INEN 339 vigente "Bebidas alcohólicas. Muestreo".

## **7. ENVASADO**

**7.1 La cerveza** debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que no alteren las características del mismo.

## **8. ROTULADO**

**8.1 El rotulado** debe cumplir con lo dispuesto en la NTE INEN 1933 vigente "Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos"