

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON  
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA (*Hordeum  
vulgare*) POR JORA DE MAÍZ (*Zea mays var.  
Saccharata*)”

MARIA ESTELA TOLEDO PALOMINO

JORGE AMADOR LOPEZ HERRERA

Callao, 2020

PERÚ

Maintained

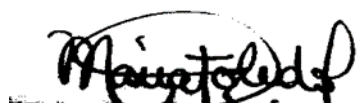
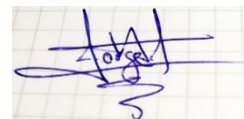
A small, square image showing a handwritten signature in blue ink on a grid of graph paper. The signature is stylized and appears to be the name 'John'.

## DEDICATORIA

Principalmente a Dios por permitir realizar este trabajo.

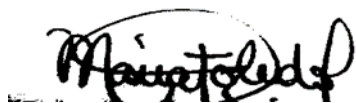
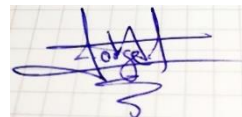
A mis colegas que con sus consejos colaboraron en la realización de este trabajo.

A mis alumnos que colaboraron en la realización de algunos experimentos.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mauritobles'.A handwritten signature in blue ink on a grid background, appearing to read 'Jorge'.

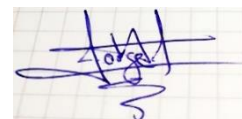
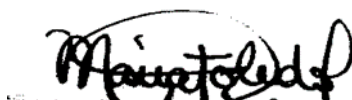
## AGRADECIMIENTO

A la UNAC por el financiamiento del desarrollo de la investigación a través del Fondo Especial de Desarrollo Universitario (FEDU).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Manuel...' with a flourish at the end.A handwritten signature in blue ink on a grid background, appearing to read 'José...' with a flourish at the end.

# INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>TABLAS DE CONTENIDO</b>                   | 04 |
| LISTA DE TABLAS                              | 04 |
| LISTA DE FIGURAS                             | 05 |
| RESUMEN                                      | 06 |
| ABSTRACT                                     | 07 |
| INTRODUCCIÓN                                 | 08 |
| <br>   |    |
| <b>I. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA</b>          | 10 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 10 |
| 1.2. Formulación del problema                | 11 |
| 1.2.1. Problema general                      | 11 |
| 1.2.2. Problemas específicos                 | 1  |
| 1.3. Objetivos de la investigación           | 12 |
| 1.3.1. Objetivo general                      | 12 |
| 1.3.2. Objetivos específicos                 | 12 |
| 1.4. Limitantes de la investigación          | 12 |
| <br>   |    |
| <b>II. MARCO TEORICO</b>                     | 13 |
| 2.1. Antecedentes                            | 13 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales          | 13 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales               | 14 |
| 2.2. Marco                                   | 20 |
| 2.2.1. Teórico                               | 20 |
| 2.2.2. Conceptual                            | 27 |
| 2.3. Definición de términos básicos          | 28 |

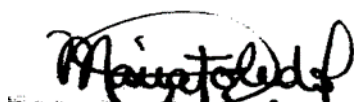
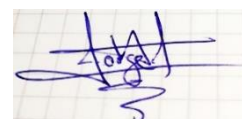


|  |    |
|--|----|
| <b>III. HIPOTESIS Y VARIABLES</b>  | 29 |
| 3.1. Hipótesis   | 29 |
| 3.1.1. Hipótesis general   | 29 |
| 3.1.2. Hipótesis específicas   | 29 |
| 3.2. Definición conceptual de variables                                  | 29 |
| 3.3. Operacionalización de variables                                     | 30 |
| <br>   |    |
| <b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO</b>   | 31 |
| 4.1. Tipo y diseño de investigación                                      | 31 |
| 4.2. Método de Investigación   | 31 |
| 4.2.1. Recepción e inspección de la jora de maíz                         | 31 |
| 4.2.2. Análisis fisicoquímicos de la jora de maíz                        | 31 |
| 4.2.3. Elaboración de la cerveza artesanal                               | 39 |
| 4.2.4. Análisis fisicoquímicos de las cerveza artesanal                  | 52 |
| 4.2.5. Análisis sensorial de la cerveza artesanal                        | 59 |
| 4.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos                      | 60 |
| 4.4. Lugar de estudio y periodo  | 60 |
| 4.5. Técnica e instrumentos para la recolección de información           | 60 |
| 4.6. Análisis y procesamiento de datos                                   | 61 |
| <br>   |    |
| <b>V. RESULTADOS</b>   | 63 |
| 5.1. Resultados descriptivos   | 63 |
| 5.1.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la jora de maíz      | 63 |
| 5.1.2. Resultados del grado alcohólico y pH de la cerveza artesanal      | 67 |
| 5.1.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal | 67 |

*Mariela*

*[Handwritten signature]*

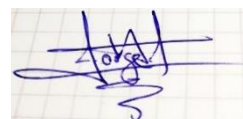
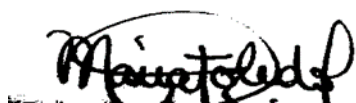
|  |    |
|--|----|
| 5.1.4. Resultados del análisis sensorial de la cerveza artesanal     | 68 |
| 5.2. Resultados inferenciales  | 68 |
| <b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>                                   | 69 |
| 6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados | 69 |
| 6.2. Contrastación de los resultados con otros similares             | 69 |
| 6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos Vigentes     | 70 |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | 71 |
| <b>RECOMENDACIONES</b>   | 72 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                    | 73 |
| <b>ANEXOS</b>  | 77 |
| Matriz de consistencia   |    |
| Ficha para la validación del cuestionario de encuesta                |    |
| Ficha de evaluación sensorial  |    |

## TABLAS DE CONTENIDO

### Lista de Tablas

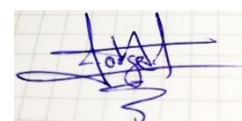
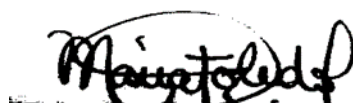
|          |   | Pág |
|----------|---|-----|
| Tabla 1  | Composición de la cerveza   | 25  |
| Tabla 2  | Operacionalización de variables                                   | 30  |
| Tabla 3  | % de mezcla de malta de cebada y jora de maíz                     | 40  |
| Tabla 4  | % de humedad de la jora de maíz                                   | 63  |
| Tabla 5  | % de proteínas de la jora de maíz                                 | 64  |
| Tabla 6  | % de cenizas de la jora de maíz                                   | 65  |
| Tabla 7  | % de fibra de la jora de maíz                                     | 65  |
| Tabla 8  | % de grasa de la jora de maíz                                     | 66  |
| Tabla 9  | Resultados de los análisis fisicoquímicos de la jora de maíz      | 66  |
| Tabla 10 | Grado alcohólico y pH de la cerveza artesanal                     | 67  |
| Tabla 11 | Resultados de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal | 67  |
| Tabla 12 | Resultados de aceptabilidad                                       | 68  |





## Lista de figuras

|           |   | Pág |
|-----------|---|-----|
| Figura 1  | Diagrama de flujo de elaboración de cerveza artesanal | 39  |
| Figura 2  | Jora de maíz  | 41  |
| Figura 3  | Malta de cebada base                                  | 41  |
| Figura 4  | Temperatura de maceración de la malta                 | 42  |
| Figura 5  | Maceración mixta de la malta                          | 43  |
| Figura 6  | Prueba de Lugol para filtrar                          | 44  |
| Figura 7  | Mosto   | 44  |
| Figura 8  | Mosto filtrado  | 45  |
| Figura 9  | Lúpulo en pellets                                     | 46  |
| Figura 10 | Lúpulo hirviendo                                      | 46  |
| Figura 11 | Levadura activada                                     | 47  |
| Figura 12 | Muestras listas para la fermentación                  | 48  |
| Figura 13 | Dextrosa monohidratada                                | 49  |
| Figura 14 | Mezcla con dextrosa                                   | 51  |
| Figura 15 | Botellas de cerveza                                   | 52  |
| Figura 16 | Determinación del grado alcohólico                    | 53  |
| Figura 17 | Determinación de pH                                   | 57  |
| Figura 18 | Preparación de las muestras para la cata              | 61  |
| Figura 19 | Muestras para la cata                                 | 62  |
| Figura 20 | Catadores no entrenados                               | 62  |

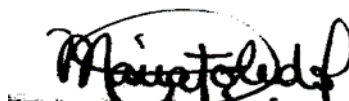


## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de la malata por jora de maíz, la formulación se definió en base de pruebas preliminares a nivel de laboratorio para determinar la cantidad de jora de maíz que permita trabajar mejor con el proceso de fermentación. A partir de eso, se definieron los límites para trabajar los tratamientos los cuales fueron: tratamiento 1: 15% de jora de maíz y 85% de malta de cebada, tratamiento 2: 20% de jora de maíz y 80% de malta de cebada y tratamiento 3: 25% de jora de maíz y 75% de malta de cebada.

Los resultados mostraron que la formulación más adecuada es la del tratamiento 2, 20% de jora de maíz y 80% de malta de cebada en cuanto a la aceptación, con un grado alcohólico de 5,8 y un pH de 4,5.

PALABRAS CLAVE: cerveza artesanal, malta de cebada, jora de maíz, fermentación.

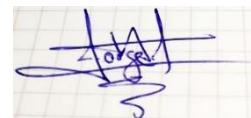
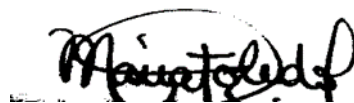


## ABSTRACT

The objective of this research was to produce artisanal beer with partial substitution of malt with corn jora, the formulation was defined based on preliminary tests at the laboratory level to determine the amount of corn jora that allows better work with the fermentation process . From that, the limits to work the treatments were defined, which were: treatment 1: 15% corn jora and 85% barley malt, treatment 2: 20% corn jora and 80% barley malt and treatment 3: 25% corn jora and 75% barley malt.

The results showed that the most suitable formulation is that of treatment 2, 20% corn jora and 80% barley malt in terms of acceptance, with an alcoholic degree of 5.8 and a pH of 4.5.

KEY WORDS: craft beer, barley malt, corn, fermentation.



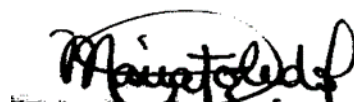
## INTRODUCCION

El Perú posee una variedad de cereales andinos de un elevado valor nutricional como la kiwicha, cebada, maíz, etc., entre ellos el maíz presentan como principal componente los carbohidratos estos hacen posible la utilización de los granos en procesos de fermentación.

Para favorecer el proceso de fermentación alcohólica es necesario obtener la mayor cantidad de nutrientes, sustancias fermentables que serán utilizadas por las levaduras para obtener alcohol.

El maíz es uno de los principales cereales cultivados para la alimentación humana, siendo de gran importancia económica a nivel mundial. Globalmente, el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas, con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas, por lo que actualmente el maíz es el segundo cultivo más producido del mundo, después del trigo, mientras que el arroz el tercer lugar (FAO, 1993). El valor nutritivo del maíz frente a otros cereales es baja su valor nutricional, la proteína del trigo es de 11.6% mientras la proteína del maíz es un 9.8%.

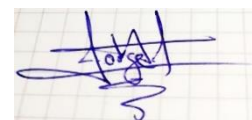
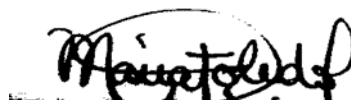
Siendo el maíz un cereal poco valorado se da una alternativa de subproducto, a través de procesos simples que puedan mejorar las características físico-químicas del maíz y tener una mayor disponibilidad de nutrientes, por lo que se realiza el malteado. El tiempo de germinado puede generar variaciones en el malteado, siendo esto fundamental para definir un proceso estándar y así poder tener harina malteada con niveles altos de nutrientes.



Para el malteado se da una germinación que nos genera los cambios bioquímicos como: la liberación de enzimas capaces de convertir el almidón en azúcares fermentables, en las primeras etapas de este proceso la concentración de aminoácido aumenta considerablemente y reduce algunos antinutrientes. Eliminar o inactivar ciertos factores antinutricionales y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones mejorando las propiedades de la semilla.

La ingesta moderada de bebidas alcohólicas tiene efectos beneficiosos en nuestra salud, el alcohol etílico contenido en las bebidas alcohólicas aporta a la dieta calorías, vitaminas del grupo B y elementos minerales además del 20% al 50% de las necesidades básicas de ácido fólico; retarda la aparición de menopausia en aproximadamente 2 años, además de reducir hasta el 60% del riesgo de enfermedades coronarias, aumento HDL (colesterol bueno), eleva el suministro de sangre al cerebro.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas, se decidió llevar a cabo el presente trabajo de investigación, reemplazando parte de la malta de cebada por jora de maíz.



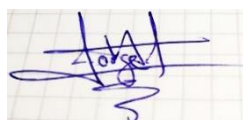
# I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

Hoy en día la cerveza es considerada un producto con mayor aceptabilidad en mercados nacionales e internacionales, como está de acuerdo García (2015) sobre el consumo en América sobre las bebidas alcohólicas fermentadas. Según Salvador López (titular del gremio de importadores y comerciantes de vinos, licores y otras bebidas de la cámara de comercio de Lima – CCL) el consumo per cápita de cerveza en el Perú fue de 67 litros, abarcando un 95% del mercado peruano. (Diario la República, 2014). El progreso de una región depende de proporcionar valor agregado a sus recursos culturales (Araujo y Pilco, 2014). Pero en el Perú contando con una gran variedad de granos y materia prima con un porcentaje alto en almidón para la elaboración de cerveza (Carvajal e Insuasti, 2010), han sido excluidas o poco exploradas en los procesos, quizás por su alto costo o por una producción estacional limitada.

Mujica y Jacobsen (2006), afirman que ciertos cereales andinos poseen en su composición un alto % de almidones que se transforman en azúcares fermentantes necesarios para la fermentación de una bebida con cierto porcentaje de alcohol como es la cerveza.

En el Perú han aumentado los lugares de producción y comercialización de cervezas artesanales, brindándole al consumidor la oportunidad de escoger entre cientos de sabores en el festival anual de cerveza artesanal “Lima Beer Week” (diario Perú 21, 2016). Es de importancia conocer las variedades de cerveza tanto como su contenido benéfico para el consumo,



A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Mujica'.

tales como los compuestos bioactivos que cumplen funciones en el cuerpo que pueden causar la buena salud; prevención del cáncer, enfermedades del corazón entre otras. Rodas y Bressani (2009) afirman que los granos andinos también contienen un gran contenido proteico (14%-18%) siendo de alta calidad biológica por ende con un alto contenido en aminoácidos, esencialmente en lisina.

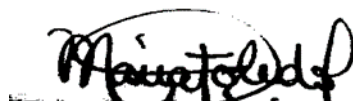
El maíz malteado presenta buen porcentaje de proteína por lo que es útil en la elaboración de alimentos funcionales, como fuente económica de proteínas, pudiendo ser empleado en la elaboración de alimentos funcionales o enriquecidos.

Con este trabajo se pretende brindar una alternativa para el aprovechamiento del maíz germinado con una alta cantidad de enzimas que facilitaría la conversión de carbohidratos en azúcares capaces de fermentar de forma eficiente, mejorando la sostenibilidad del proceso, tanto de las grandes industrias como de las pequeñas cervecerías artesanales. Usándola como ingrediente en la elaboración de cervezas artesanales.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

¿Es posible elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz?



### 1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la jora de maíz?
2. ¿Cuál es el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

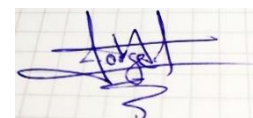
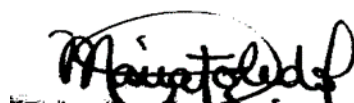
Elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar las características fisicoquímicas de la jora de maíz
2. Determinar el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal

### 1.4. Limitantes de la Investigación

El trabajo de investigación es viable porque se cuenta con los ambientes de laboratorio, equipos para la realización de la parte experimental del proyecto, así como presupuesto para la movilidad, por lo que no existe limitantes para su ejecución.






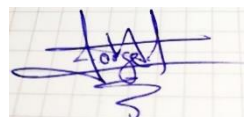
## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Suárez D. María. (2013) en la Tesis titulada “Cerveza: Componentes y propiedades”, cuyo objetivo fue el estudio de las propiedades organolépticas mas características del producto acabado: el amargor. La comprensión de los componentes y su producción demuestra como las materias primas y la manera de su procesamiento determina la aceptabilidad de un producto y sus características organolépticas adecuadas. La cerveza contiene un 90% de agua y una amplia variedad de especies químicas con distintas propiedades que darán un determinado amargor, color, aspecto y formación de espuma. Los componentes aromáticos que componen el amargor en la cerveza son los iso- $\alpha$ -ácidos, aceites esenciales del lúpulo, ésteres, ácidos, compuestos de azufre, dicetonas de la levadura, etc, mientras que el color se debe a productos de reacción Maillard durante el proceso de elaboración en el secado de la malta. La espuma de la cerveza depende de la presencia de dióxido de carbono, sustancias en superficie como polipéptidos anfipáticos de la malta y sustancias amargas del lúpulo. En este proyecto se revisarán algunos de los métodos analíticos más aceptados para el estudio del amargor de las cervezas, se evaluará la posibilidad de utilizar la fluorescencia molecular como método alternativo y se estudiarán las características espectrales de diferentes cervezas en función del tiempo de envejecimiento del producto acabado.

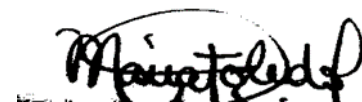
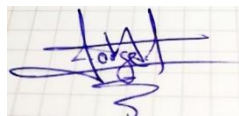
Tirado V.,J.; Zalazar R., G. en la Tesis titulada “Banano (*cavendish gigante*) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y

sensorial de la cerveza artesanal”, cuyo objetivo fue 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; T1 (25% banano + 75% mezcla de cebadas malteadas), T2 (50% banano + 50% mezcla de cebadas malteadas), y T3 (75% banano 25% mezcla de cebadas malteadas), conjuntamente se elaboró un testigo (100% mezcla de cebadas malteadas). Se evaluaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol) 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 T1 que obtuvo 4.49 pH, 0.25% acidez total, y 5.78% alcohol establecido por la norma, la densidad obtuvo un promedio de 1.025 g/ml. 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 T1 tiene diferencia significativa, al igual que el porcentaje de alcohol en los tres tratamientos. En el análisis sensorial el T3 fue el mejor para el atributo color, y T1 en olor y sabor.

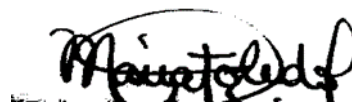
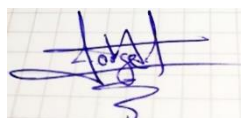
#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Echia M. Diego, (2018). “Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”. El objetivo del trabajo fue elaborar cerveza del tipo artesanal combinando malta de cebada (*Hordeum*



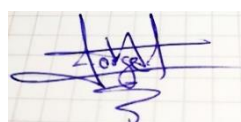
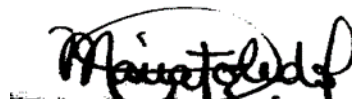
*vulgare*) y papa amarilla (*Solanum tuberosum*) con una serie de variaciones en las concentraciones de lúpulo y sacarosa añadida. Obtuvo como resultado un color de la cerveza de 13,45 EBC. El autor llegó a la conclusión que la combinación de malta de cebada, papa amarilla “tumbay”, lúpulo y azúcar influyen en los atributos sensoriales de la cerveza artesanal. La proporción más adecuada para elaborar cerveza a base de malta de cebada y papa amarilla “tumbay” es de 91% malta de cebada y 9% papa amarilla ‘tumbay’. La cantidad de lúpulo a utilizar con mejores resultados sensoriales fue de 0.8 gramos por litro de mosto. Las cantidades de azúcar agregada a utilizar deben ser de 8 gramos por litro de cerveza. La papa amarilla “tumbay”, como materia prima para agregado cervecero, tiene un mayor rendimiento en la obtención de alcohol rompiendo su cadena de almidón con las enzimas generadas en la maceración de la malta de cebada. La utilización de tubérculos como la papa como agregado cervecero se logra obtener cerveza con mayor grado alcohólico a las existentes en el mercado industrial y artesanal. La utilización de materia prima de tubérculos como la papa amarilla ‘tumbay’, puede mejorar las características sensoriales de la cerveza, resultando un producto similar a la cerveza de trigo. La carbonatación con sacarosa genera mejor consistencia y estabilidad en la producción de espuma. Debido a la producción de diversos gases durante la fermentación de la papa, no es posible elaborar cerveza de sabor suave y color claro, a menos que se filtre con el equipamiento necesario

Joaquin L., J. (2018) en la Tesis titulada “Efecto de la sustitución de la cebada (*hordeum vulgare*) por amaranto (*amaranthus caudatus l.*) en el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y en las características sensoriales en una cerveza tipo ale”, cuyo objetivo, fue evaluar el efecto de la sustitución de la cebada (*Hordeum vulgare*) por amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) en el contenido de polifenoles, la capacidad antioxidante y en las características



sensoriales. El contenido de polifenoles se estimó con el método colorimétrico Folin-Ciocalteu expresándose como equivalentes de ácido gálico (EAG) en mg/L, la capacidad antioxidante con el método DPPH de Brand-Williams (1995), expresándose en porcentaje y las características sensoriales se aplicó una prueba de cata la cual se analizó por el análisis de componentes principales (PCA). El tratamiento T5 con un mayor contenido de amaranto en su elaboración presentó valores de 229.33 EAG mg/L en el contenido de polifenoles y 78.74% en la capacidad antioxidante, mayores que los otros tratamientos. En las características sensoriales aplicando el PCA, los tratamientos T1 y T2 muestran atributos más definidos como “Vivacidad”, “Efervescencia” y “Consistencia de espuma”, siendo estos atributos complementarios con los atributos del tratamiento T3, el atributo más definido es el “Color”. El tratamiento T4 muestra al atributo “Color de espuma” con mayor definición, y que a su vez es complementario con los atributos del tratamiento T3. El tratamiento T5 muestra a los atributos “Aroma de malta”, “Gusto salado” y “Transparencia” con mayor definición y que son atributos complementarios con los atributos T4 (horizontal) y a los atributos T1 y T2 (Vertical). Los compuestos antioxidante presentes en la cerveza de amaranto, permite un criterio de clasificación la cual se debería considerar como ventajas para los productores de cerveza y consumidores. La presencia del amaranto en la cerveza resalta atributos específicos a medida que se va aumentando el contenido de sustitución con respecto a las características sensoriales.

Apaza M.,R.; Atencio R., Y. (2017) en la Tesis titulada “Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (*Hordeum vulgare*) por guiñapo de maíz morado (*Zea mays*)”, tuvo como objetivo la evaluación tecnológica para la obtención de una cerveza artesanal de guiñapo de maíz morado (*Zea Mayz*) como sustituto de la cebada malteada



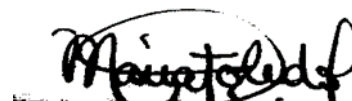
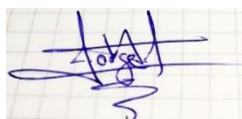
(*Hordeum Vulgare*). Esta investigación trata de una evaluación y caracterización de la materia prima empleada: guiñapo de maíz morado de la variedad Arequipeño y a su vez determinar el tiempo adecuado de germinación del grano en condiciones de 25°C, para su posterior fermentación. El maíz morado fue sometido a 24 horas de remojo y humedad de 42 % y germinado durante 4 días a temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  con secado posterior hasta 13 % de humedad, alcanzando en estas condiciones 90 % de germinación. Luego se evaluó como variables independientes: la proporción de materia prima siendo estas 20%-80%; 25%-75%; 30%-70%, de guiñapo de maíz morado y malta respectivamente.

Se realizaron pruebas sensoriales de aceptabilidad a maestros cerveceros; evaluándose los atributos de color, olor, espuma, aroma y amargor y se obtuvo como resultado final que la muestra obtenida con 20% de guiñapo de maíz morado y 80% de malta como materia prima y procesada con una maceración de una hora y media y tiempo de fermentación de 6 días es la muestra más aceptada sensorialmente.

Las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal con sustitución parcial de malta (*Hordeum Vulgare*) por guiñapo de maíz morado (*Zea Maíz*) fueron: 11 °brix, pH 4.38 y un contenido de alcohol de 6.1 %. Con respecto a la carga microbiana la cerveza artesanal se encuentra libres de aerobios mesófilos y mohos.

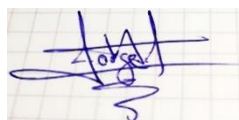
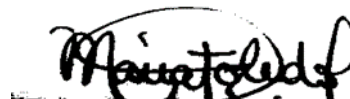
Los análisis proximales de la cerveza artesanal fueron: grasa 0.01%, proteína 0.29%, cenizas 0.17%, fibra 0.05%, carbohidratos 3.45% energía 15.15 kcal/100 g.

Torres R., D.; Bohorquez C, D. (2017) en la Tesis titulada “Sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cidrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de

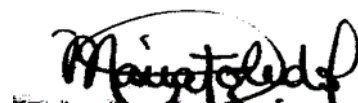


cerveza artesanal". El objetivo fue evaluar la sustitución parcial de lúpulo (*Humulus lupulus*) por cidrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de una cerveza artesanal, comenzando desde la elaboración de la malta y la caracterización de esta. Se tuvieron en cuenta tres tratamientos: 100% lúpulo-0% cidrón (T1), 70% lúpulo-30% cidrón (T2) y 50% lúpulo-50% cidrón (T3). Posteriormente a cada uno de los tratamientos se les realizó una caracterización fisicoquímica para los parámetros de grado alcohólico, color, acidez, densidad y pH. Se elaboró un panel sensorial para estimar el grado de aceptación final al tratamiento que evidenció las mejores características. De acuerdo con los resultados obtenidos posterior al proceso de malteado se logra concluir que la malta cumple con los parámetros de calidad necesarios para la elaboración de la cerveza. En cuanto a las características fisicoquímicas de los tratamientos no se evidenciaron diferencias significativas en el momento de realizar el análisis de varianza (ANOVA). Finalmente se elaboró una prueba hedónica con escala de 5 puntos para evaluar el grado de aceptación de los tratamientos concluyendo a través de la prueba de Kruskal-Wallis que el tratamiento que presentó las mejores características sensoriales con respecto al patrón fue T2 con un grado alcohólico de 3,1°, densidad de 1,016 g/ ml, acidez total de 0,1621 % ácido láctico/100 g de muestra y pH de 3,8.

Otero O., L. (2010), en la tesis titulada "Sustitución parcial de lúpulo (*humulus lupulus*) por harina de coca (*erythroxylum coca*) en la elaboración de cerveza tipo ale, utilizando una cepa nativa de *saccharomyces sp.*" se evaluó el efecto de la sustitución parcial del lúpulo por harina de coca en 20% y 30% p/p sobre los valores físicos, químicos y las características sensoriales de sabor, aroma y color, utilizando un 3% y 5% v/v de inóculo, encontrándose que el porcentaje de sustitución no tiene influencia significativa sobre la concentración final de



etanol, contrariamente al porcentaje de inóculo, obteniéndose valores promedio de contenido de etanol 5,395%. con 3% de inóculo y de 4.975% con 5% de inóculo; en cuanto a la concentración de acidez fija y volátil, el porcentaje de sustitución tiene una ligera influencia que se da de manera inversa respecto al porcentaje de sustitución, hallándose valores de 1.440 g/L y 1.438 g/L con 20% y de 1.335 g/L con 30 % de sustitución, respecto al pH tiene la misma incidencia que en la acidez; respecto al peso específico y ácido fosfórico no se encuentra una incidencia significativa en relación al porcentaje de sustitución ni del porcentaje de inóculo encontrándose valores de 1.0088 g/L y 1.0079 g/L para peso específico de 0.036% y 0.037% para el ácido fosfórico. A cerca del contenido de proteína, la sustitución no presentó influencia, encontrándose valores entre 0.94 g/L y 1.0g/L. Contrariamente, si presentó una influencia significativa sobre el contenido de calcio, la cual aumenta de manera proporcional al incremento de sustitución, encontrándose valores de 141.42mg/L con sustitución de 20% y valores de 196.98mg/L con 30% de sustitución, debido a que la harina de coca presenta un contenido elevado de calcio. De la misma forma se evaluó la influencia de la sustitución sobre las características de sabor, aroma y color, los análisis estadísticos demostraron que el porcentaje de sustitución, tienen incidencia significativa sobre los sabores y aromas amargos y a coca en la cerveza, lo cual se da de manera inversamente proporcional. No se encontró una incidencia marcada sobre las otras características de sabor. Asimismo, los análisis estadísticos demostraron que no tienen influencia marcada sobre el color final de la cerveza.



## 2.2. Marco

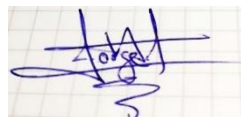
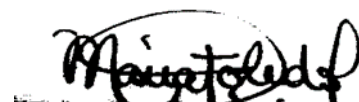
### 2.2.1. Teórico

#### a) Cerveza

Se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo” (Código Alimentario Español).

La cerveza es una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo que se fabrica con granos de cebadas u otros cereales cuyo almidón, una vez modificado, es fermentado en agua y frecuentemente aromatizado con lúpulo. De ella se conocen múltiples variantes con una amplia gama de matices debidos a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. Generalmente presenta un color ambarino con tonos que van del amarillo oro al negro pasando por los marrones rojizo. Se le considera “gaseosa” (contiene CO<sub>2</sub> disuelto en saturación que se manifiesta en forma de burbujas a presión atmosférica) y suele estar coronada de una espuma más o menos persistente. Su aspecto puede ser cristalino o turbio. Su graduación alcohólica puede alcanzar hasta cerca de los 30 % vol., aunque principalmente se encuentra entre los 3 y los 9 % vol (Cisneros y Zamora, 2011).

Existen miles de diferentes marcas de cerveza en la tierra y cada fábrica de cerveza trata de perfilarse con marcas propias a los efectos de acercarse al gusto de los consumidores y obtener una buena facturación.

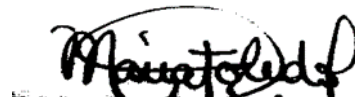




Muchas de esas marcas de cerveza permiten ser asignadas a determinados tipos de cerveza que se han desarrollado a lo largo del tiempo en algunos países o regiones.

Según la levadura utilizada y el proceso de fermentación resultante de ello, se puede diferenciar primeramente entre dos grandes grupos de tipos de cerveza (Cisneros y Zamora, 2011).

- 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).
- 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).

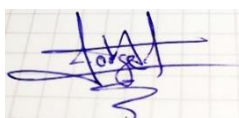
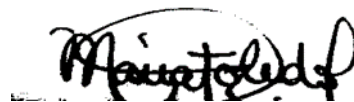


## . Cerveza Artesanal

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).

## Historia

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, sabores y colores.



No existe datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, nos remontan a 6000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en sudan, los sumarios ya hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto.

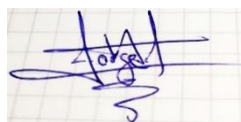
Los sumarios preparaban cerveza de la siguiente manera, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos en vasijas a las cuales les agregaban agua, dejando esas vasijas al sol durante varios días. El calor del sol hacia fermentar la harina de trigo y gracias a este proceso obtenían una bebida alcohólica que luego filtraban y bebían (Carbajal e Insuasti, 2010).

Ellos llamaron a esa cerveza siraku según el antiguo Egipto que remonta a 4.000 años A.C.

La cerveza era considerada como el pan líquido, por lo que se podría afirmar que las majestuosas pirámides de Egipto fueron construidas gracias a este maravilloso elixir que los egipcios llamaron zythum.

En la antigüedad era común que existieran pueblos que traspasaban sus fronteras e invadieran a otros pueblos y los conquistaban, llevando consigo su cultura, sus costumbres, religión y gastronomía, dentro de la cual se encontraban las bebidas, ocasionando de esta manera la difusión de la fabricación y consumo de cerveza de un país o de una región a otra.

De esta manera, por medio de las conquistas, la cerveza llego a Europa en donde existen vestigios de fabricación de cerveza de 4.000 años de antigüedad en España.



M. Insuasti

Sin embargo, fueron los alemanes quienes dieron mayor impulso a la fabricación de esta bebida, sobre todo los monjes monacales quienes mejoraron el aspecto, el sabor y el aroma de la cerveza.

Ya por la edad media, existían en Alemania, gran cantidad de fábricas de cerveza, e incluso ya se comenzaba a realizar mezclar de cereales para obtener productos diferentes. A fines del siglo XV se promulga la primera ley de pureza de la cerveza alemana, la cual indica que la cerveza 100% pura, debe elaborarse exclusivamente con tres ingredientes: agua, malta de cebada y lúpulo, de esta manera los alemanes protegieron la pureza del producto, según el duque de Raviera Guillermo IV (Carbajal e Insuasti, 2010).

#### Composición de la cerveza

Durante la época medieval, la cerveza se bebió en grandes cantidades por la mayor parte de la población, porque era microbiológicamente más segura que el agua en parte porque se sometía a ebullición y en parte por las propiedades antimicrobianas del alcohol; más tarde se introdujo el lúpulo en el siglo XV.

La cerveza de sorgo todavía proporcionaba una cantidad significativa de las proteínas y vitaminas de la dieta de muchas áreas pobres del África subsahariana.

En la Tabla 1 se muestra la composición de la cerveza.



Mauritold

**Tabla 1**

*Composición de la cerveza*

|               |          |
|---------------|----------|
| Energía       | 42.4kcal |
| Grasa         | 0g       |
| Carbohidratos | 3.12g    |
| Fibra         | 0g       |
| Azúcares      | 3.12g    |
| Proteínas     | 0.50g    |

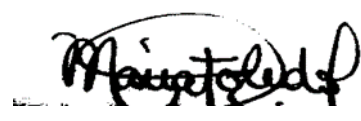
b) Maíz

Es una planta oriunda de América, que constituyó uno de los alimentos de las numerosas tribus indígenas en la época precolombina y se le atribuyen diversas propiedades medicinales.

El maíz es de origen americano; su antigüedad está comprobada por las mazorcas encontradas en las tumbas antiquísimas, así como las representaciones del maíz en la cerámica precolombinas. Se considera que Colón lo llevó a España en su primer viaje, en 1498 se cultivó en Castilla y en Andalucía en 1826.

- Origen y Distribución del maíz

El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud aunque existen evidencias que lo sitúan en México con anterioridad al año 5000 A.C. el sur de México y Centroamérica, y un origen secundario de diversidad genética a los valles altos como: Perú, Ecuador, Bolivia. Tiene una amplia distribución



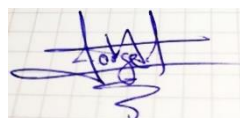
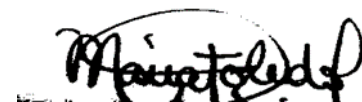
geográfica se le encuentra desde las regiones este y sur este de EE.UU., MÉXICOAMERICA CENTRAL, Y DEL SUR.” que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7000 y 10000 años. El maíz se originó en México, por los fósiles de polen y de mazorcas de maíz encontradas en cuevas arqueológicas en 1954, cuya antigüedad se estima entre 60 y 80 mil años.

- Clasificación taxonómica

Bonilla (2009) menciona que el maíz pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de gran importancia económica de este género. Otras especies del género Zea, comúnmente 31 llamadas teocinte y las especies del género Tripsacum conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de Zea mays.

- Malteado

Hough (2002) menciona que la malta está constituida por granos de cereales, germinados primero, durante un período limitado de tiempo, y luego desecados. El malteador, remoja los granos; les permite que germine y, en el momento que considera adecuado, detiene la germinación, desecando el grano en una corriente de aire caliente. Durante la germinación, la reserva de nutrientes, o endospermo, del grano es parcialmente degradada por las enzimas que atacan a las paredes celulares a los granos de almidón y la matriz proteica. Por tanto se obtiene un endospermo degradado y enzimas capaces de completar esa degradación. Vázquez y Alza (1996) define que los granos malteados desarrollan las enzimas que se necesitan para convertir el almidón del grano en azúcar. La cebada es la malta más común debido a su



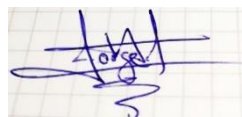
alto contenido en enzimas. Se pueden maltear otros granos, aunque la malta resultante puede que no tenga el contenido enzimático suficiente para convertir su propio contenido de almidón completa y eficientemente. El malteado tiene un efecto importante en el sabor, naturalmente. Pero incluso los mejores procesos el malteado puede agregar inadvertidamente características desagradables.

El típico proceso de malteado de la malta se desarrolla de la siguiente manera: Los granos frescos y sin haberlos sometido a ningún proceso previo, se lavan y empapan hasta que comienza la germinación. Se les proporciona un grado de humedad constante para promover la germinación y el crecimiento del acrospiro, es decir del pequeño tallo que comienza a crecer del grano. Se deja crecer el acrospiro hasta una longitud similar a la de la semilla, o un poco menos. Tras esto, la malta "verde" se seca el grano en una corriente de aire caliente.

### 2.2.2. Conceptual

La cerveza artesanal es una bebida fermentada con un cereal o más, su elaboración se da en cantidades menores por lo que es más preciso en atender cada detalle, asegurando un producto final con excelente calidad y frescura; gran parte de este proceso es manual.

La producción de cerveza industrial termina con un proceso de pasteurizado a temperaturas de 60°C por un tiempo de 15 min, garantizando de esta forma la seguridad de la cerveza y tu tiempo de vida útil; sin embargo, también causa pérdidas en los nutrientes y activan compuestos de sabor desagradable que se denomina sabor de pasteurización que se desarrolla en este último



*Manuel*

proceso. Existe gran variedad de cerveza en el mundo, prácticamente todas las variedades de cerveza se logran dividir en dos formas principales tomando en cuenta el tipo de levadura utilizada en el proceso y la temperatura de fermentación, se obtiene las cervezas tipo Ale y tipo Lager.

Rodríguez C., H. (2003) afirma que según el proceso natural de la cerveza por sus insumos principales (cereales, agua, levaduras y lúpulo), contiene características nutricionales la cual la hacen una bebida fermentada sana y nutritiva.

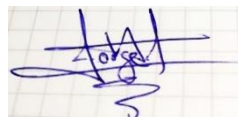
### 2.3. Definición de términos básicos

Cerveza: Es una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo, que se fabrica con granos de cebada germinados u otros cereales cuyo almidón se fermenta en agua con levadura y se aromatiza a menudo con lúpulo, entre otras plantas.

Cerveza artesanal: Las cervezas artesanales son cervezas sin aditivos ni conservantes y sin pasteurizar. Están vivas y son un producto evolutivo, que cambia cada día un poco, con presencia de levadura viva.

Malteado: El malteado es el primer paso para la elaboración de cerveza. Básicamente es el proceso de germinación controlada de un cereal, principalmente cebada, pero también puede ser arroz, trigo, sorgo o maíz. El proceso se interrumpe con el secado de los granos a partir de calor

Malta: Se le denomina malta a los granos germinados artificialmente y, posteriormente, secados o tostados.



Mauritols



### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis General

Se puede elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz.

##### 3.1.2. Hipótesis Específicas

1. La jora de maíz presenta características fisicoquímicas adecuadas para ser usado en la elaboración de cerveza artesanal
2. El porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor a 20%.

#### 3.2. Definición conceptual de las variables

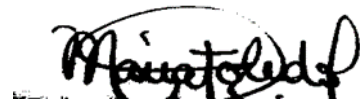
Las variables independientes:  $X_1$ ,  $X_2$

$X_1$ : características fisicoquímicas de la jora de maíz

$X_2$ : porcentaje de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal

La variable dependiente: Y

La cerveza artesanal



### 3.2.1. Operacionalización de la variable

$$Y = f(X_1, X_2)$$

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  | <b>DIMENSIONES</b>                    | <b>INDICADORES</b>  | <b>METODOS</b> |
|--|---------------------------------------|---|----------------|
| Y=Cerveza artesanal  | Características fisicoquímicas.       | pH<br>Grado alcohólico<br>% proteínas<br>% grasa<br>% carbohidratos<br>% fibra<br>% cenizas | Instrumental   |
|  | Características sensoriales           | Color<br>Sabor<br>Apariencia  |                |
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  | <b>DIMENSIONES</b>                    | <b>INDICADORES</b>  | <b>METODOS</b> |
| X <sub>1</sub> = Características fisicoquímicas de la jora de maíz                         | pH                                    | pH  | Instrumental   |
|  | Contenido de grasa                    | %   |                |
|  | Contenido de proteína                 | %   |                |
|  | Contenido de humedad                  | %   |                |
|  | Contenido carbohidratos               | %   |                |
| X <sub>2</sub> = Porcentaje de jora de maíz de jora en la elaboración de cerveza artesanal | Cantidad de germinado de maíz de jora | %   | Instrumental   |

## IV.DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo y diseño de la investigación.

Tipo de Investigación: Experimental

### 4.2. Método de investigación.

El diseño de la investigación es el siguiente:

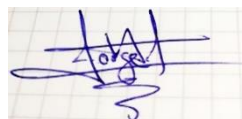
4.2.1. Recepción e inspección de la jora de maíz. Como su nombre lo indica recepción tiene como función recibir la materia prima que es almacenada para su posterior utilización.

#### 4.2.2. Análisis fisicoquímico de la jora de maíz

El análisis de la materia prima que se realiza antes de la elaboración de la cerveza.

##### a) Contenido de Humedad

- Pesar la placa petri y anotar el peso
- Coloque 3 - 4 g de la muestra en la placa petri y pesar en la balanza analítica. Registre hasta centésimas.
- Ponga a secar las muestras en el horno a 130°C durante 1 hora
- Saque la muestra del horno y póngala a enfriar en un desecador durante 10 minutos.
- Pese las muestras secas si es posible hasta peso constante,.
- Calcule el contenido de humedad como el peso perdido de la muestra durante el secado según la siguiente fórmula:



*Manuel...*

El %H se calculó con base en la siguiente ecuación:

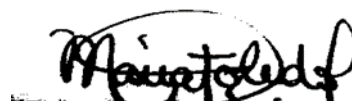
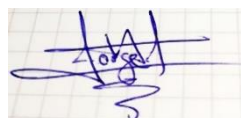
$$\% H = \frac{mh(g) - ms(g)}{mh(g)} \times 100\%$$

mh = masa húmeda

ms= masa seca

#### b) Contenido de Cenizas

- Poner a peso constante un crisol o cápsula de porcelana por cada muestra que se va a analizar, lo cual significa dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 550° a 600°C.
- Dejar enfriar el crisol en un desecador durante 15 a 20 minutos. Procurar no cerrar el desecador totalmente, ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa.
- Pesar el crisol en balanza analítica e identifíquelo con el número que tiene marcado en la parte inferior. Anotar el peso.
- Pesar en el crisol 1-2 gramos de la muestra de la muestra seca.
- Preincinerar la muestra exponiéndola a la flama del mechero de Bunsen.
- Incinere la muestra en la mufla precalentada entre 550° y 600°C durante 2 horas.



- Pese el crisol con cenizas (ya no deben estar negras, si lo están incinere otra media hora) en la misma balanza que utilizó inicialmente. Anote el peso. (AOAC,2005).

Peso del crisol con muestra - Peso del crisol vacío = Peso de la muestra

Peso del crisol con cenizas - Peso del crisol vacío = Peso de las cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{mf - mi}{mi} \times 100\%$$

mi= masa inicial

mf = masa final

c) Contenido de Proteínas

### **Proteína cruda. "Método de Kjeldahl" (AOAC )**

#### **DIGESTION:**

Pesar de 0.1-0.2g de muestra e introducir en un tubo de Kjeldahl, y agregar 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento.



A handwritten signature in black ink, written in a cursive style. The signature is 'Mauro Toledo'.

Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan éstos. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa..Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar el portatubos para enfriar.

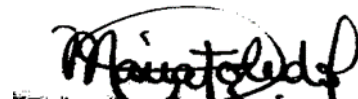
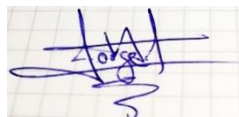
Después del enfriamiento, terminar la digestión con la tecla “stop” y desconectar la trampa.

### **DESTILACIÓN**

En un matraz Erlenmeyer de 250 mL adicionar (según se indique) 50 mL de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo .1% o bien 50 mL de ácido bórico 4% con indicadores. Conectar el equipo de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor.Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 mL de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución.

Presionar el botón para adicionar sosa al 36% (hasta 40 mL aproximadamente).Colocar la palanca de vapor en posición “ON” hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150mL, lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original.

Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl 0.1N) con una solución de NaOH 0.1 N. En el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N



Calcular el % de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% Pr = \frac{14.01 * N * V * 100 * F}{1000m} \times 100\%$$

Donde:

$N$  = Normalidad del HCl

$V$  = Vol. de HCl para la muestra en mL – Vol. de HCl para el blanco en mL.

14.01= Peso atómico del Nitrógeno

$m$  = Masa de la muestra en gramos.

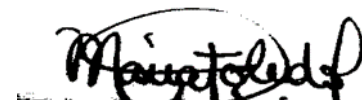
$F$  = 6.25 (Valor asignado para proteínas en general)

d) Contenido de fibra

#### Fundamento del Método:

Mediante la hidrólisis ácida se somete la muestra en ácido sulfúrico y por medio de calor se hidrolizan las proteínas presentes en el alimento. A continuación se lleva a cabo la hidrólisis alcalina con hidróxido de sodio, proceso mediante el cual se hidroliza las grasas, quedando únicamente los carbohidratos como celulosa, hemicelulosa y ligninas.

Metodológicamente, la fibra cruda es el residuo orgánico insoluble resistente a la hidrólisis ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 1,25%) y básica (NaOH al



1,25%). El residuo obtenido de esta forma contiene minerales y una mezcla de materiales componentes de la pared celular de los vegetales que no corresponde a ningún compuesto específico; correspondiendo aproximadamente el 97% de tales compuestos a celulosa y lignina.

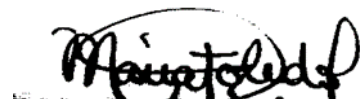
Con el análisis de fibra cruda se pretende cuantificar carbohidratos componentes de la pared celular de los vegetales, según el alimento analizado, pero durante la determinación se pierde entre el 20 y el 60% de la celulosa original presente y entre el 33 y el 96% de la lignina.

Procedimiento:

- Se pesa de 1 a 2g de muestra desengrasada
- Mezclar la muestra con 200mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,25%
- Hervir la mezcla suavemente durante 30min
- Filtrar el contenido del matraz con embudo buchner
- El filtrado se deshecha y solo usamos el residuo
- Lavar la muestra con 200mL de solución de NaOH 1,25%
- Hervir suavemente durante 30min
- Filtrar el contenido del matraz con embudo buchner
- El residuo se transfiere a una cápsula previamente tarada
- Incinerar en la mufla a 550°C durante 1 hora
- Una vez incinerada la muestra se coloca en el desecador
- Luego se pesa la muestra

Se realizan los cálculos mediante la siguiente fórmula:

$$\% F = \frac{W2 - W3}{W1} \times 100\%$$





W1= Peso de la muestra en g

W2 = Peso de la materia insoluble en g.

W3 = Peso de las cenizas en g.

La determinación de fibra en un alimento es de suma importancia, dado que la fibra es útil para la buena digestión de los alimentos así como para prevenir ciertas enfermedades que van desde un simple estreñimiento hasta un cáncer de colon.

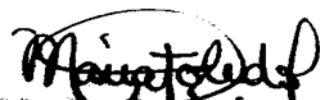
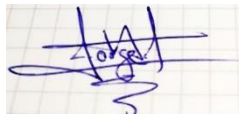
#### e) Contenido de grasa

La extracción de la grasa se realizó de acuerdo con el método Soxhlet, descrito por la AOAC (2005). Método oficial 920.3R

Se seca la muestra hasta peso constante a 60 ~ 70 °C durante aproximadamente 6 - 7 horas, luego se sigue el siguiente procedimiento:

Determinación de grasa:

1. Transferir 2.0 g de muestra finamente dividida en el cartucho o dedal; cubrir con una porción de algodón.
2. Colocar el cartucho dentro del extractor Soxhlet. En la parte inferior ajustar un matraz con cuerpos de ebullición (llevados previamente a peso constante por calentamiento a 100 – 110°C). Colocar el refrigerante.
3. Añadir éter por el extremo superior del refrigerante en cantidad suficiente para tener 2 ó 3 descargas del extractor (alrededor de 80 mL).
4. Hacer circular el agua por el refrigerante y calentar hasta que se obtenga una frecuencia de unas 2 gotas por segundo.



5. Efectuar la extracción durante 4 a 6 horas. Suspender el calentamiento, quitar el extractor del matraz y dejar caer una gota de éter del extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el Soxhlet de nuevo al matraz y continuar la extracción.
6. Evaporar suavemente el éter del matraz y secar a 100°C hasta peso constante.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\%$$

m<sub>2</sub> = Masa en gramos del matraz con grasa.

m<sub>1</sub> = Masa en gramos del matraz sin grasa.

m = Masa en gramos de la muestra.



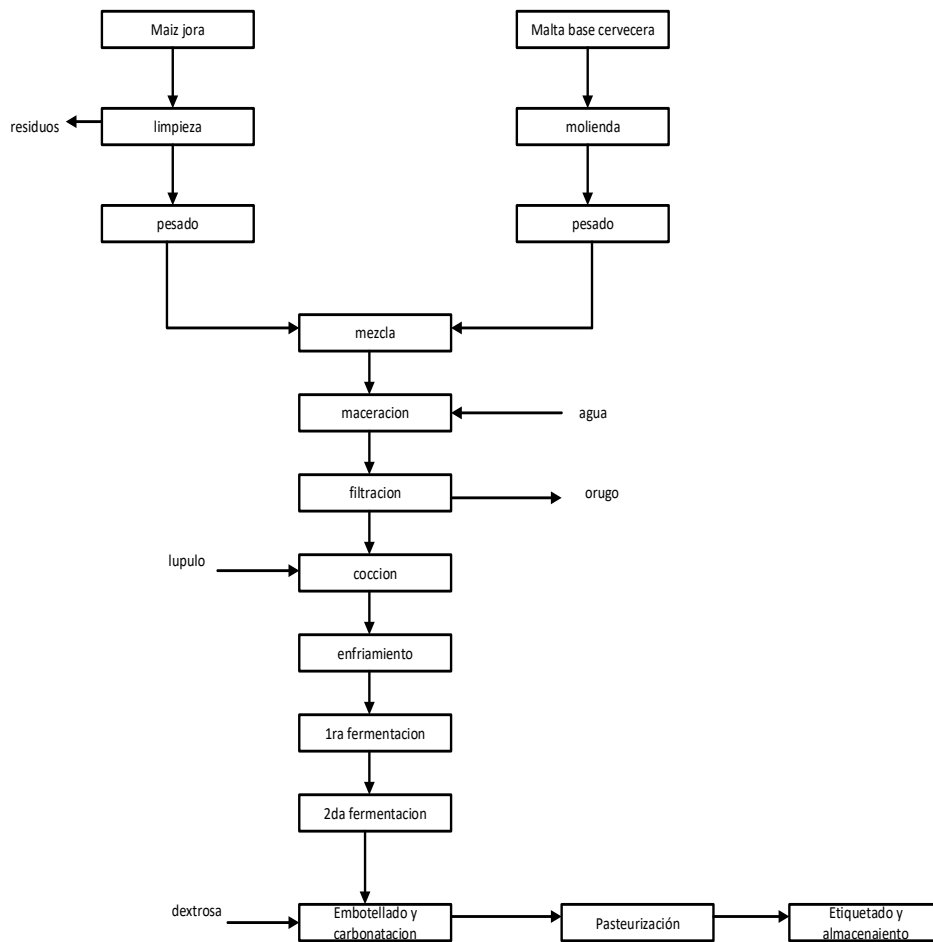
Manuel J. S.

### 4.2.3. Elaboración de la cerveza artesanal

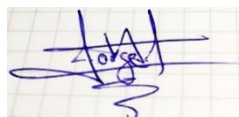
En la figura 1, se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de cerveza artesanal

**Figura 1**

*Diagrama de flujo de elaboración de cerveza artesanal*



*Mauritols*



Formulación de ingredientes para la elaboración de cerveza artesanal

Se definieron los límites para trabajar los tratamientos.

La Tabla 3 muestra los porcentajes de malta de cebada y jora de maíz .

**Tabla 3**

*Porcentaje de mezcla de malta de cebada y jora de maíz*

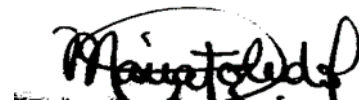
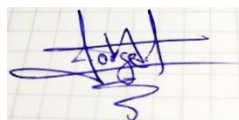
|                 | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Malta de cebada | 85%       | 80%       | 75%       |
| Jora de maíz    | 15%       | 20%       | 25%       |

Proceso de elaboración de cerveza artesanal

Esta fase comprende el proceso mediante el cual se obtuvo la cerveza artesanal utilizando malta de cebada y jora de maíz, el que se detalla a continuación:

a) Pesado

Una vez que las materias primas estuvieron listas y acondicionadas y dosificadas de acuerdo a sus características (sólidos o líquidos), conforme a los porcentajes establecidos para cada tratamiento.



**Figura 2**

*Jora de maíz*



**Figura 3**

*Malta de cebada base*



*Jokel*

*Manuel*

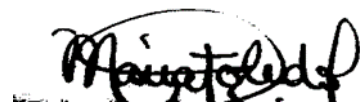
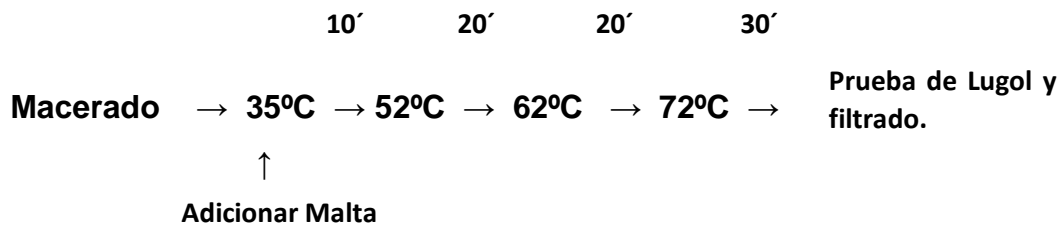
b) Maceración

En el macerador se colocó 15 litros de agua filtrada hasta calentar a 35°C para adicionar los 2kg ½ de malta de cebada base y jora de maíz, de acuerdo a las formulaciones. A partir de aquí se debe seguir las reglas respecto a las temperaturas de maceración:

Después de adicionar la malta base se debe dejar reposar 10 minutos apagando el aparato para que no siga calentando, pasado los 10 minutos se vuelve a prender hasta llegar a la temperatura de 52°C para reposar 20 minutos, nuevamente se apaga el macerador, pasado el tiempo se prende hasta llegar a la tercera temperatura de 62° C para nuevamente reposar 20 minutos, pasado el tiempo se vuelve a prender para llegar a la cuarta y última temperatura de 72°C y se reposa 30 minutos apagado.

**Figura 4**

*Temperaturas de maceración de la malta*



## Figura 5

### *Maceración mixta de la malta*



Esta línea de temperatura activa diversas enzimas de la malta para convertir los almidones en azúcares más simples, que en un proceso posterior serán metabolizados por la levadura en alcohol etílico. Para saber si el mosto está listo para filtrar se debe hacer la prueba de lugol, en la cual se vierte unas gotas de lugol en una pequeña muestra de mosto, si se tiñe de amarillo está listo para filtrar.



*Mauritius*

**Figura 6**

*Prueba de Lugol positivo para filtrar*



**Figura 7**

*Mosto*



*Maintal*

*10/10*



c) Filtrado.- Se procede a la filtración

### **Figura 8**

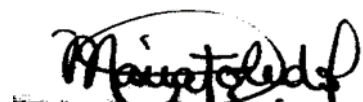
*Mosto filtrado*



Tenemos los 15 litros de mosto filtrado, lo que se pasa a dividir en ollas para hervir con el lúpulo, se utilizó dos tipos de Lúpulo: Uno de amargor y el otro de aromas por partes iguales.

d) Cocción

Se utilizó lúpulo en forma de pellets, son pequeñas pastillas de umbela molida o prensada en la elaboración se hierve para asegurar la transformación de los ácidos alfa insolubles del lúpulo en solubles.

Handwritten signature in blue ink on a grid background.Handwritten signature in black ink.

**Figura 9**

*Lúpulo en pellets*



**Figura 10**

*Lúpulo hirviendo*



*Mauritobid*

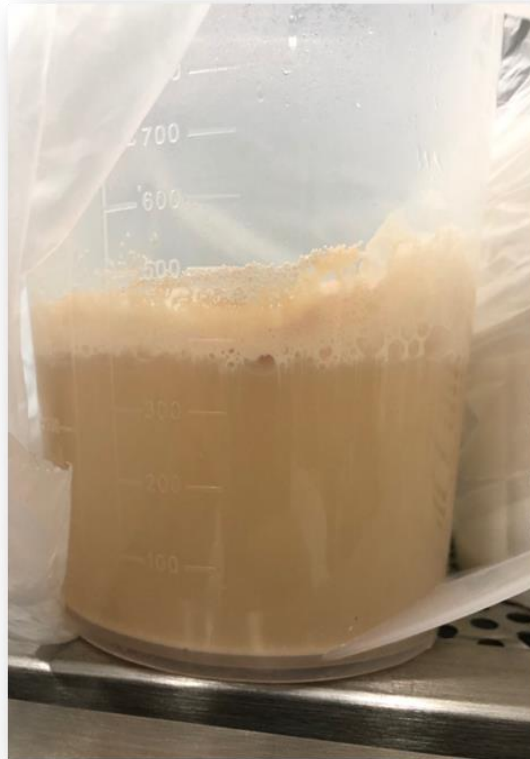
Con una cantidad de mosto se procede a alimentar la levadura, para determinar la cantidad de levadura se realiza la siguiente regla:

$$\begin{array}{r} 50\text{g} \quad \text{-----} \quad 100\text{L} \\ X \quad \text{-----} \quad 15\text{L} \end{array}$$

X: 7.5g de levadura en 300mL de mosto.

### Figura 11

*Levadura activada*



*Mauritobds*

A small, handwritten signature in blue ink on a grid background. The signature is stylized and appears to be 'Mauritobds'.

e) Primera fermentación

Se procedió a colocar 6 litros de mosto en la olla se agregó 171g de azúcar y 5.05g de lúpulo mezclado. Se dejó hervir por 1 hora.

Después de hervir se filtra la muestra para enfriar y los 6 litros iniciales se redujo a 2.6 litros. Se dejó enfriar la muestra a 30°C.

f) Segunda fermentación

Se agregó se agregó 100mL de levadura y posteriormente dejar fermentar en un balde de 8litros con airlock durante 2 semanas.

**Figura 12**

*Muestras listas para la fermentación*



*Mauritales*

*[Handwritten signature]*

g) Carbonatación

Después de las 2 semanas de fermentación, se procedió a verter cada muestra en sus respectivos contenedores, tomando las precauciones necesarias para que los sedimentos que están al fondo del balde no alteren el resultado obtenido. Se utilizó la carbonatación en botella, que consiste en agregar dextrosa, de forma que dentro de la botella cerrada y con los restos de la levadura que hayan podido quedar después de la fermentación principal, se produce una nueva, el azúcar se convertirá en alcohol y gas CO<sub>2</sub>. Ese CO<sub>2</sub> se va a disolver en la cerveza, quedando atrapada en ella y se liberará al destapar y servir la cerveza, será el encargado de generar la espuma y la aparición de burbujas.

Se debe tener cuidado en la cantidad de azúcar añadida, ya que un exceso podría originar una carbonatación excesiva, generando demasiada espuma o en el peor de los casos la botella podría explotar, y si le añadimos poca azúcar le faltará gas y tendremos una cerveza con poco cuerpo.

**Figura 13**

*Dextrosa monohidratada*



A handwritten signature in blue ink on a piece of graph paper. The signature is stylized and appears to be 'José'.

A handwritten signature in black ink. The signature is stylized and appears to be 'Manuel'.

Un volumen de CO<sub>2</sub> se define como el mismo volumen de gas disuelto en la misma cantidad de líquido. Es decir, en la cerveza 1 volumen de CO<sub>2</sub> sería un litro de CO<sub>2</sub> disuelto en 1 litro de cerveza. Por cada gramo de azúcar que se añade a la cerveza en el momento de embotellar, se conseguirá 0,23 Vol de CO<sub>2</sub>. Para determinar la cantidad de azúcar que se debe utilizar se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Gramos/Litro Azúcar} = (\text{Vol CO}_2 \text{ Deseado} - \text{Vol CO}_2 \text{ Disuelto}) / 0,23$$

Se optó por usar dextrosa monohidratada para la carbonatación de la cerveza Pale Ale, ya que es un monosacárido 100% fermentable que no deja residuos ni proporciona sabores o aromas en la cerveza terminada. En el caso de que se utilice dextrosa se tiene que sumar un 15% más al resultado obtenido de la fórmula.

Para el estilo de Pale Ale, el rango de volumen de CO<sub>2</sub> es de 2.1-2.8, como se quería obtener una cerveza con un rango intermedio, así que se eligió un volumen de 2.5 de CO<sub>2</sub>. También tenemos el volumen de CO<sub>2</sub> disuelto en la cerveza de la primera fermentación en balde, se halla por la temperatura de la primera fermentación que fue de 22 °C, da como resultado 0.83 de CO<sub>2</sub> disuelto.

Reemplazando los datos se obtuvo:

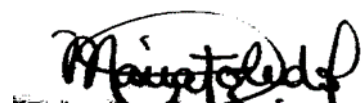
$$\text{Gramos/Litro Azúcar} = (2.5 - 0.83) / 0,23$$

$$= 7.26\text{g/L}$$

$$= 8.34\text{g/L}$$

Dextrosa 15% más

Al tener cada muestra se calculó los litros obtenidos para pesar la cantidad de dextrosa que se debe utilizar en cada una.



Se procedió a verter la dextrosa en cada muestra revolviéndolo con mucho cuidado, ya que en la cerveza se tiene el gas disuelto.

**Figura 14**

*Mezcla con dextrosa*



h) Embotellado de la cerveza

Después se procede a llenar las botellas de 330mL y enchaparlas, para luego guardarlas en un lugar fresco a temperatura ambiente durante 3 semanas como mínimo para poder probar la cerveza.

*Mauritales*

*[Handwritten signature]*

## Figura 15

*Botellas de cerveza*



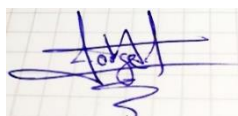
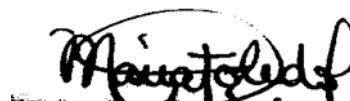
### 4.2.4. Análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal

Se realizó los siguientes análisis:

Se determinó la composición química proximal con base a las metodologías de AOAC (2005). De esta manera, se valoraron los contenidos de humedad, cenizas, proteína, fibra cruda, extracto etéreo y carbohidratos (estimado como extracto libre de nitrógeno por diferencia al 100%).

#### a) Grado alcohólico

Se procedió a hallar el porcentaje volumétrico del alcohol de las muestras por medio de la destilación, en un vaso precipitado se agregó 100mL de cerveza y 100mL de agua destilada, se agrega también 0.1gr de Óxido de Calcio en la mezcla, se va acumulando en la probeta hasta juntar 100mL, luego se midió con el alcoholímetro.





## Figura 16

*Determinación del grado alcohólico*



## b) Determinación de pH

El pH se determinó mediante medida directa sobre la muestra, utilizando un equipo Combo HANNA HI 98129.

## Figura 17

*Determinación de pH*



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

c) Cenizas

- Poner a peso constante un crisol o cápsula de porcelana por cada muestra que se va a analizar, lo cual significa dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 550° a 600°C.
- Dejar enfriar el crisol en un desecador durante 15 a 20 minutos. Procurar no cerrar el desecador totalmente, ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa.
- Pesar el crisol en balanza analítica e identifíquelo con el número que tiene marcado en la parte inferior. Anotar el peso.
- Pesar en el crisol 1-2 gramos de la muestra de la muestra seca.
- Preincinerar la muestra exponiéndola a la flama del mechero de Bunsen.
- Incinere la muestra en la mufla precalentada entre 550° y 600°C durante 2 horas.
- Pese el crisol con cenizas (ya no deben estar negras, si lo están incinere otra media hora) en la misma balanza que utilizó inicialmente. Anote el peso. (AOAC,2005).

Peso del crisol con muestra - Peso del crisol vacío = Peso de la muestra

Peso del crisol con cenizas - Peso del crisol vacío = Peso de las cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{mf - mi}{mi} \times 100\%$$

mi= masa inicial

mf = masa



M. A. S.

d) % Proteínas

**DIGESTION:**

- Pesar de 0.1-0.2g de muestra e introducir en un tubo de Kjeldahl, y agregar
- enfriar.
- 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento.
- Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan éstos, calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa..Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar el portatubos para Después del enfriamiento, terminar la digestión con la tecla “stop” y desconectar la trampa.

**DESTILACIÓN**

- En un matraz Erlenmeyer de 250 mL adicionar (según se indique) 50 mL de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo .1% o bien 50 mL de ácido bórico 4% con indicadores. Conectar el equipo de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor.Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 mL de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución.
- Presionar el botón para adicionar sosa al 36% (hasta 40 mL aproximadamente).Colocar la palanca de vapor en posición “ON” hasta

*Mauritoheld*

*[Handwritten signature]*

alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150mL, lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original.

- Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl 0.1N) con una solución de NaOH 0.1 N. En el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N
- Calcular el % de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% Pr = \frac{14.01 * N * V * 100 * F}{1000m} \times 100\%$$

Donde:

$N$  = Normalidad del HCl

$V$  = Vol. de HCl para la muestra en mL – Vol. de HCl para el blanco en mL.

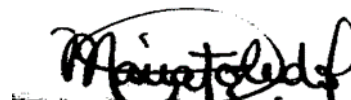
14.01= Peso atómico del Nitrógeno

$m$  = Masa de la muestra en gramos.

$F$  = 6.25 (Valor asignado para proteínas en general)

e) % de grasa

La determinación de grasas se realiza. Con la muestra, debido a que si la muestra registra una humedad mayor al 10 % hay que secar la muestra previamente. El solvente con mayor rendimiento es el éter de petróleo. Este análisis requiere el uso de una balanza. de alta definición (0.0000 g.).



La extracción de la grasa se realizó- de acuerdo con el método Soxhlet, descrito por la AOAC (2005). Método oficial 920.3R

Se seca la muestra hasta peso constante a 60 ~ 70 °C durante aproximadamente 6 - 7 horas, luego se sigue el siguiente procedimiento:

Determinación de Grasas:

1. Pesar el cartucho o dedal y luego la muestra: 2-.0 gramos (hasta 0.0000 g). peso= m
2. Pesar el balón limpio y seco, obteniendo m1
3. Adaptar el balón al extractor, colocar el dedal con la muestra en el interior del extractor
4. Añadir el solvente al extractor y asegurar al condensador
5. Llevar a la temperatura de ebullición al solvente 40-60 °C por 45 minutos, observar la recirculación del solvente
6. Se deja enfriar el sistema y se retira el dedal del extractor, nuevamente se calienta el balón con la grasa extraída para evaporar el solvente; sin que retome nuevamente al balón, hasta que quede la grasa dentro de él. Se pesa el balón más la grasa= m2

$$\% \text{ grasa} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\%$$



A handwritten signature in black ink, written in a cursive style. The signature is 'Mauritales'.

f) % de fibra

**Fundamento del Método:**

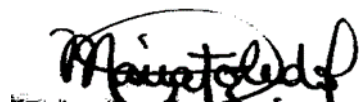
Mediante la hidrólisis ácida se somete la muestra en ácido sulfúrico y por medio de calor se hidrolizan las proteínas presentes en el alimento. A continuación se lleva a cabo la hidrólisis alcalina con hidróxido de sodio, proceso mediante el cual se hidroliza las grasas, quedando únicamente los carbohidratos como celulosa, hemicelulosa y ligninas.

Metodológicamente, la fibra cruda es el residuo orgánico insoluble resistente a la hidrólisis ácida ( $H_2SO_4$  al 1,25%) y básica (NaOH al 1,25%). El residuo obtenido de esta forma contiene minerales y una mezcla de materiales componentes de la pared celular de los vegetales que no corresponde a ningún compuesto específico; correspondiendo aproximadamente el 97% de tales compuestos a celulosa y lignina.

Con el análisis de fibra cruda se pretende cuantificar carbohidratos componentes de la pared celular de los vegetales, según el alimento analizado, pero durante la determinación se pierde entre el 20 y el 60% de la celulosa original presente y entre el 33 y el 96% de la lignina.

Procedimiento:

- Se pesa de 1 a 2g de muestra desengrasada
- Mezclar la muestra con 200mL de  $H_2SO_4$  1,25%
- Hervir la mezcla suavemente durante 30min
- Filtrar el contenido del matraz con embudo buchner



- El filtrado se deshecha y solo usamos el residuo
- Lavar la muestra con 200mL de solución de NaOH 1,25%
- Hervir suavemente durante 30min
- Filtrar el contenido del matraz con embudo buchner
- El residuo se transfiere a una cápsula previamente tarada
- Incinerar en la mufla a 550°C durante 1 hora
- Una vez incinerada la muestra se coloca en el desecador
- Luego se pesa la muestra

Se realizan los cálculos mediante la siguiente fórmula:

$$\% F = \frac{W2 - W3}{W1} \times 100\%$$

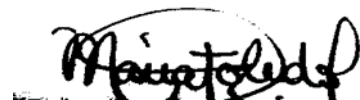
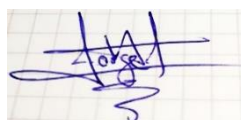
W1= Peso de la muestra en g

W2 = Peso de la materia insoluble en g.

W3 = Peso de las cenizas en g.

#### 4.2.5. Evaluación sensorial de la cerveza artesanal

Para la prueba de nivel de agrado se dispuso de un panel de 30 jueces no entrenados, los cuales expresaron su percepción con ayuda del instrumento evaluador. El nivel de agrado o desagrado se estableció por medio de una escala hedónica estructurada con siete puntos descriptores: los tres puntos superiores indicaron agrado ('me gusta poco', 'me gusta' y 'me gusta mucho'), el punto intermedio indicó indiferencia y los tres puntos inferiores señalaron desagrado por los productos ('me disgusta poco', 'me disgusta' y 'me disgusta mucho').

#### 4.3. Población y muestra

La población es la jora de maíz del mercado Central de Lima y la muestra está formada por 20kg. de jora de maíz.

#### 4.4. Lugar del estudio y periodo desarrollado

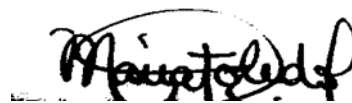
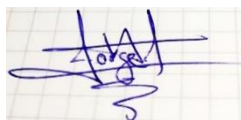
La parte experimental se realizó en los Laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao durante el periodo de un año.

#### 4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para la realización de este trabajo fue necesario hacer uso de balanza analítica, mezcladores, equipo Kheldjal, horno, estufa, equipo soxlet, encuestas.

En esta investigación se empleó análisis empírico u observacional que consiste en registrar datos mediante procedimientos rigurosos de observación, medición experimentación y encuesta.

Para la recolección de datos se utilizó técnicas analíticas basadas en los métodos oficiales de análisis de alimentos de la asociación de comunidades analíticas (AOAC por sus siglas en inglés). De igual forma se realizó una revisión bibliográfica que incluyó publicaciones electrónicas así como libros, revistas y tesis albergadas en sendas bibliotecas nacionales.





#### 4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para la prueba sensorial de aceptabilidad se elaboró una ficha de evaluación sensorial con una escala hedónica, las mismas que estaban codificadas de manera aleatoria, las 3 muestras de cerveza se dieron a cada persona al azar. Teniendo datos numéricos mediante la evaluación sensorial, A partir de dichos datos, se realizó el análisis de varianza en el software SPSS, para cada uno de los atributos de las muestras, con la finalidad de establecer si existe al menos alguna muestra de cerveza que tiene una aceptación distinta a las demás y a partir de los intervalos de confianza de la media determinar cuál de ellas presenta una mejor opción.

#### **Figura 18**

*Preparación de las muestras para la cata*



**Figura 19**

*Muestras para la cata*



**Figura 20**

*Catadores no entrenados*



*[Handwritten signature in blue ink]*

*[Handwritten signature in black ink]*

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

#### 5.1.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la jora de maíz

##### a) % de Humedad

-

El %H se calculó con base en la siguiente ecuación:

$$\% H = \frac{mh(g) - ms(g)}{mh(g)} \times 100\%$$

mh = masa húmeda

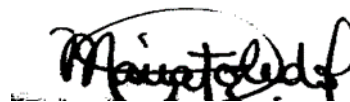
ms= masa seca

#### Tabla 4

*% de humedad de la jora de maíz*

| MUESTRA  | % H   |
|----------|-------|
| 1        | 11,55 |
| 2        | 11,60 |
| 3        | 11,57 |
| PROMEDIO | 11,57 |

La humedad de los residuos sólidos fue 11,57%.



b) Contenido de proteína

$$\% Pr = \frac{14.01 * N * V * 100 * F}{1000m}$$

Donde:

$$N = 0.2$$

$$V = 16.3$$

14.01= Peso atómico del Nitrógeno

$$m = 0.5026g$$

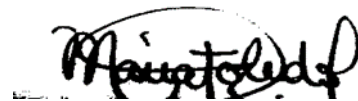
$$F = 6.25 \text{ (Valor asignado para proteínas en general)}$$

**Tabla 5**

*% de proteínas de la jora de maíz*

| MUESTRA  | % Pr |
|----------|------|
| 1        | 9,29 |
| 2        | 9,30 |
| 3        | 9,28 |
| PROMEDIO | 9,29 |

El porcentaje de proteínas de la jora de maíz es 9,29%



c) Cenizas

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{mf - mi}{mi} \times 100\%$$

**Tabla 6**

*% de cenizas de la jora de maíz*

| MUESTRA  | % Cenizas |
|----------|-----------|
| 1        | 2.68      |
| 2        | 2.80      |
| 3        | 2.76      |
| PROMEDIO | 2.75      |

El porcentaje de cenizas de la jora de maíz es 2,75%

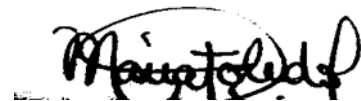
d) % Fibra bruta

**Tabla 7**

*% de fibra bruta de la jora de maíz*

| MUESTRA  | % Fibra cruda |
|----------|---------------|
| 1        | 1,86          |
| 2        | 1,88          |
| 3        | 1,90          |
| PROMEDIO | 1,88          |

El porcentaje de fibra bruta de la jora de maíz es 1,88%



e) Grasa

**Tabla 8**

**% DE GRASA DE LA JORA DE MAÍZ**

| MUESTRA  | % Grasa |
|----------|---------|
| 1        | 6.41    |
| 2        | 6.48    |
| 3        | 6.50    |
| PROMEDIO | 6.46    |

El porcentaje de grasa de la jora de maíz es 6,46%

f) Carbohidratos

% Carbohidratos = 100 - % Humedad-% Cenizas-% Proteínas-% Fibra cruda-% Grasa

**Tabla 9**

*Resultados de los Análisis fisicoquímicos de la jora de maíz*

| Jora de maíz    |       |
|-----------------|-------|
| % Humedad       | 11,57 |
| % Cenizas       | 2.75  |
| % Proteínas     | 9,29  |
| % Fibra cruda   | 1,88  |
| % Grasa         | 6,46  |
| % Carbohidratos | 68,05 |

*Mauritales*



### 5.1.2. Resultados del grado alcohólico y pH de la cerveza artesanal

**Tabla 10**

*Grado alcohólico y pH de la cerveza*

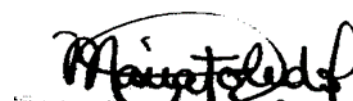
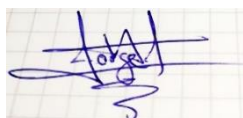
| MUESTRAS  | GRADO DE ALCOHOL | pH  |
|-----------|------------------|-----|
| Muestra 1 | 5.2%             | 4.6 |
| Muestra 2 | 5.8%             | 4.5 |
| Muestra 3 | 6.1%             | 4.4 |

### 5.1.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal

**Tabla 11**

*Resultados de los Análisis fisicoquímicos de la cerveza elaborada con sustitución parcial de malta por jora de maíz*

|                 | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| % Cenizas       | 0.10      | 0.12      | 0,13      |
| % Proteínas     | 0.28      | 0.29      | 0.30      |
| % Fibra cruda   | 0.03      | 0,04      | 0.05      |
| % Grasa         | 0.01      | 0.01      | 0.01      |
| % Carbohidratos | 4.27      | 4.30      | 4.32      |



#### 5.1.4. Resultados de la evaluación sensorial de la cerveza artesanal

**Tabla 12**

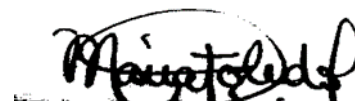
*Resultados de aceptabilidad*

| ACEPTABILIDAD | MUESTRA 1 |       | MUESTRA 2 |       | MUESTRA 3 |       |
|---------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|               | N         | %     | N         | %     | N         | %     |
| GUSTA         | 22        | 73.33 | 4         | 13.33 | 8         | 26.66 |
| GUSTA MUCHO   | 6         | 16.66 | 25        | 83.33 | 7         | 23.33 |
| DISGUSTA      | 3         | 10.00 | 1         | 3.34  | 15        | 50    |
| TOTAL         | 30        | 100   | 30        | 100   | 30        | 100   |

#### 5.2. Resultados inferenciales

Los resultados de los análisis fisicoquímicos evidenciaron que las muestras 1, 2 y 3 presentan valores de acuerdo a la norma técnica para cervezas artesanales. La jora de maíz tiene potencial por para ser incluida como sustituto parcial en la elaboración de cervezas artesanales.

En cuanto aceptabilidad, la muestra 2 elaborada con 20% de jora de maíz y 80% de malta de cebada fue la que gustó mas porque no se sentía el sabor de la jora de maíz a diferencia de la muestra 3 que el sabor era muy fuerte





## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

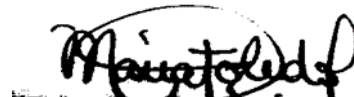
Se elaboró cerveza artesanal con sustitución parcial de la malta de cebada por jora de maíz con una gran aceptación, por lo que se pudo demostrar la hipótesis general.

Con respecto a la primera hipótesis específica: La jora de maíz presenta características fisicoquímicas adecuadas para ser usado en la elaboración de cerveza artesanal también se pudo demostrar ya que en dicho análisis se encontró que estos residuos tenían un alto contenido de proteínas (9,29%) y carbohidratos (68.05%), los cuales se pueden fermentar para obtener alcohol.

La cerveza artesanal que presentó mayor aceptabilidad fue la elaborada con 20 % de jora de maíz y 80% de malta de cebada, con lo que se pudo demostrar la segunda hipótesis específica que afirmaba que el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor a 20%.

### 6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Se consiguió elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz con un grado alcohólico adecuado y alta aceptabilidad, lo que concuerda con el trabajo de Apaza (2017) titulada “Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (*Hordeum vulgare*) por guiñapo de maíz morado (*Zea mays*)”, en el que el producto final presentó pH 4.38 y un contenido de alcohol de 6.1 %,

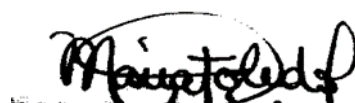
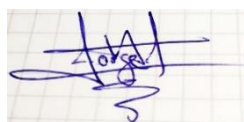


concluyendo que existe gran potencial para usar sustitución parcial de maíz en la elaboración de cerveza artesanal.

El porcentaje de sustitución de malta influye en las características fisicoquímicas y sensoriales en la cerveza artesanal, lo que concuerda con los resultados encontrados por Tirado (2018), quien realizó el trabajo "Banano (*cavendish gigante*) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal.

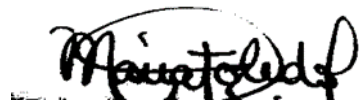
### 6.3. Responsabilidad ética

El autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en presente informe final de investigación, de acuerdo al Reglamento del **Código de Ética de la Investigación de la UNAC**, Resolución de Consejo Universitario N° 260-2019-CU., donde se señala los principios éticos como norma de comportamiento conductual, así como también el autor está de acuerdo con el reglamento en donde reconoce que la investigación es una función esencial y obligatoria en la UNAC, por ello el investigador es responsable de los procesos y procedimientos de diseño, desarrollo y evaluación de su investigación para lo cual se actualiza permanentemente sus conocimientos y dedica el tiempo suficiente para desarrollar sus proyectos de investigación.



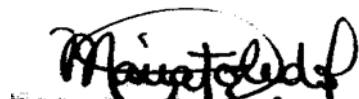
## CONCLUSIONES

1. Es posible elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz con grado alcohólico dentro del rango de las cervezas artesanales y además de alta aceptabilidad.
2. Se evaluó las características fisicoquímicas de la jora de maíz, se pudo demostrar que esta jora de maíz tienen un alto contenido de carbohidratos (68,05%) y proteínas (9.29%),
3. Se determinó el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal, el cuál fue 20% de jora de maíz y 80% de malta de cebada.



## RECOMENDACIONES

1. Evaluar la vida útil; proponiendo la adecuada preservación de este producto.
2. Determinar el análisis microbiológico de la cerveza artesanal que obtuvo mayor aceptabilidad.
3. Desarrollar procesos para el aprovechamiento de los residuos generados en la elaboración de la cerveza (bagazo), ya que estos pueden ser utilizados para la obtención de precursores de biocombustibles y de productos de alto valor añadido.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AOAC, International. 2005. Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. The Association, Gaithersburg, M.D.

Apaza M.,R.; Atencio R., Y. (2017) "*Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (Hordeum vulgare) por guiñapo de maíz morado (Zea mays)*",(Tesis de pregrado). Universidad nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa.

Araujo, N. y Pilco, W. (2014). Influencia del porcentaje de almidón de yuca (*Manihot esculenta crantz*) y azúcar en la producción de cerveza artesanal de cebada (*Hordeum vulgare*).Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional "Toribio Rodríguez de Mendoza". Chachapoyas, Perú.

Arroyo J.; Saez, E.; Rodríguez M.; Chumpitaz V.; Burga J.; De La Cruz, W.; Valencia J. (2010). "*Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (Zea Mays L.) en ratas hipercolesterolemias*". Revista peruana de Medicina Experimental

Bonilla, N. (2009). *Cultivo de maíz*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José – Costa Rica.

Carvajal M. Y Insuasti A. (2010). "*Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare) y yuca (Manihot Esculenta Crantz)*" Universidad Técnica Del Norte, Ibarra - Ecuador.

Cisneros V. y Zamora C. (2011). *“Propuesta técnica para el mejoramiento de la calidad de la cerveza tipo lager haciendo uso del método de espectrofotometría de resonancia magnética (ESR), en la cervecería Backus & Johnston Arequipa”* (Tesis- pregrado) UNSA. Arequipa – Perú.

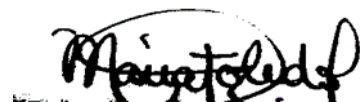
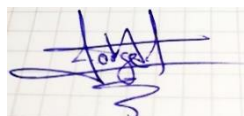
Código Alimentario Español. Decreto 2484/1967. Modificado en 2012. BOE N° 16485.

Diario La República. *“Consumo Per Cápita de Cerveza es de 67 Litro”*. [en línea]. Material Informativo. Lima – Perú. 2014. [fecha de consulta: 26 de setiembre 2017]. [disponible en: [larepublica.pe/economia/828979-consumo-per-capita-de-cerveza-52-es-de-67-litros](http://larepublica.pe/economia/828979-consumo-per-capita-de-cerveza-52-es-de-67-litros)]

Diario Perú 21. *“Unión de Cerveceros Artesanales de Perú Presenta el Festival – Lima Beer Week”*. [en línea]. Material Informativo. Lima – Perú. 2016. [fecha de consulta: 26 de setiembre 2017]. [disponible en: [peru21.pe/cultura/union-cerveceros-artesanales-peru-presenta-festival-lima-beer-week-229798](http://peru21.pe/cultura/union-cerveceros-artesanales-peru-presenta-festival-lima-beer-week-229798)]

Echia M., D, (2018). *“Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”*. (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú.

García Bazante, K. *“Elaboración de Cerveza Artesanal a Partir de Almidón Extraído de Tubérculos Andinos”* Trabajo de titulación (Bioquímico Farmacéutico). Riobamba – Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Bioquímica y Farmacia, 2015.



Hough (2002). *“Biotecnología de la cerveza y malta”*. Capitulo II. La cebada. Materia prima esencial. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.

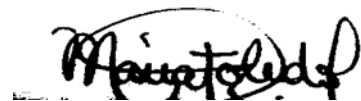
Joaquin L., J. (2018) *“Efecto de la sustitución de la cebada (hordeum vulgare) por amaranto (amaranthus caudatus l.) en el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y en las características sensoriales en una cerveza tipo ale”*, (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Lima. Perú.

Mujica, A y Jacobsen, S. *“La quinua (Chenopodium quinoa) y sus Parientes”*. Puno Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2006.

Otero O., L. (2010), *“Sustitución parcial de lúpulo (humulus lupulus) por harina de coca (erythroxyllum coca) en la elaboración de cerveza tipo ale, utilizando una cepa nativa de saccharomyces sp.”* (Tesis de pregrado). Universidad nacional Micaela Bastidas. Apurimac. Perú

Rodas B. y Bressani R. *“Contenido de Aceite, Ácidos Grasos y Escualeno en Variedades Crudas y Procesadas de Grano de Amaranto”*. Centro de ciencias y tecnología de alimentos, instituto de investigaciones. VOL.59/ N°1, 2009.

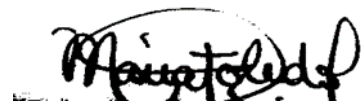
Rodríguez Cárdenas, H. *“Determinación de Parámetros Físico-Químicos para la Caracterización de Cerveza Tipo Lager Elaborada por Compañía Cervecera Kunstmann S.A.”* Trabajo de titulación (Licenciado en Ingeniería en Alimentos). Valdivia – Chile. Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería en Alimentos, 2003, 95 p.



Suárez Díaz, M. (2017) “Cerveza: Componentes y propiedades”. Trabajo fin de Master Universitario en Biotecnología Alimentaria. Oviedo – España. Universidad de Oviedo.

Tirado V., J.; Zalazar R, G. (2018) “Banano (*cavendish gigante*) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal”. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta. Ecuador.

Torres R., D.; Bohorquez C, D. (2017) “Sustitución parcial del lúpulo (*Humulus lupulus*) por cidrón (*Aloysia citrodora*) en la elaboración de cerveza artesanal”. Tesis de pregrado. Universidad La Salle. Bogotá. Colombia.





## ANEXOS

### Anexo 1.- Matriz de Consistencia

| PROBLEMA GENERAL  | OBJETIVO GENERAL  | HIPOTESIS GENERAL  | VARIABLE DEPENDIENTE  | DIMENSIONES  | INDICADORES   | METODOS                          |
|---|---|--|---|--|---|----------------------------------|
| ¿Es posible elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz?   | Elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz  | Se puede elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de malta por jora de maíz  | Y= Cerveza artesanal  | Características fisicoquímicas<br><br>Características sensoriales  | pH<br>grado alcohólico<br>% grasa<br>% proteínas<br>% carbohidratos<br>% fibra<br>% cenizas<br><br>Color<br>Sabor<br>Apariencia | Instrumental                     |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS   | OBJETIVOS ESPECIFICOS   | HIPOTESIS ESPECIFICAS  | VARIABLE INDEPENDIENTE  | DIMENSIONES  | INDICADORES   | METODOS                          |
| 1. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la jora de maíz?<br><br>2. ¿Cuál es el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal? | 1. Evaluar las características fisicoquímicas de la jora de maíz<br><br>2. Determinar el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal | 1. La jora de maíz presenta características fisicoquímicas adecuadas para ser usado en la elaboración de cerveza artesanal<br><br>2. El porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor a 20% | X1= Características fisicoquímicas de la jora de maíz.<br><br>X2= Porcentaje de jora de maíz en la elaboración de cerveza artesanal | Contenido de grasa<br>Contenido de proteína<br>Contenido de humedad<br>Contenido carbohidratos<br>Contenido de cenizas<br><br>Cantidad de jora de maíz | %<br>%<br>%<br>%<br>%<br><br>%  | Instrumental<br><br>Instrumental |

Anexo N° 2

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA POR EL  
ESPECIALISTA VALIDOR N° 1  
FICHA PARA LA VALIDACION DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

I. DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACION

Nombres y Apellidos.....

.....

Maximo grado académico alcanzado.....

.....

Especialidad.....

Instituto donde labora.....

.....

II. DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: "ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON SUSTITUCIÓN  
PARCIAL DE MALTA (*Hordeum vulgare*) POR JORA DE MAÍZ (*Zea  
mays var. Saccharata*)"

Problema:

¿Es posible elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial de  
malta por jora de maíz?

Sub problema:

¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la jora de maíz?

¿Cuál es el porcentaje adecuado de jora de maíz en la elaboración  
de cerveza artesanal?

### III.- DATOS DE LA FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

El objetivo de la ficha de evaluación sensorial: Obtener una aceptación de las cerveza artesanal elaborada con sustitución parcial de malta por jora de maíz, mediante el análisis sensorial, que mide el grado de aceptación del consumidor.

### IV.- CUADRO DE VALIDACION DE LA FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

Marcar con un chek ( ) donde considere que corresponda

| Exigencias para la validación de la ficha de evaluación sensorial  | CUMPLE | NO CUMPLE |
|--|--------|-----------|
| 1.- El objetivo de la ficha de evaluación sensorial, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación. |        |           |
| 2.-El objetivo de la ficha de evaluación sensorial es claro y entendible.  |        |           |
| 3.-Las instrucciones que se dan en la ficha de evaluación sensorial son claras   |        |           |
| 4.-Las preguntas en la ficha de evaluación sensorial guardan relación con su objetivo                                      |        |           |
| 5.-Las preguntas tiene secuencia lógica  |        |           |
| 6.-El panel de catadores tiene capacidad para dar respuestas validas   |        |           |
| 7.-No se tienen preguntas desconocidas   |        |           |
| 8.-La ficha de evaluación sensorial es confiable para los propósitos de la investigación                                   |        |           |



FICHA DE EVALUACION SENSORIAL  
 PROYECTO: " ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL CON  
 SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA (*Hordeum vulgare*) POR JORA DE MAÍZ  
 (*Zea mays var. Saccharata*)"

Producto:.....código de la muestra:.....

**INDICACIONES:**

Para evaluar la siguiente muestra deberá probar y describir las características de sabor según la intensidad percibida, escribiendo el número dentro de la casilla adecuada la siguiente escala:

| Escala Numérica | Escala Verbal  |
|-----------------|----------------|
| 1               | Me gusta mucho |
| 2               | Me gusta       |
| 3               | Me disgusta    |

| ATRIBUTOS | M1 | M2 | M3 |
|-----------|----|----|----|
| ACIDO     |    |    |    |
| AMARGO    |    |    |    |
| COLOR     |    |    |    |
| AROMA     |    |    |    |

OBSERVACIONES:

.....  
 .....

#### IV. CUADRO DE VALIDACION DE LA FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

Marcar con un check ( ) donde considere que corresponda

| Exigencia para la validación de la ficha de evaluación sensorial   | CUMPLE | NO CUMPLE |
|--|--------|-----------|
| 1.- El objetivo de la ficha de evaluación sensorial, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación. | ✓      |           |
| 2.- El objetivo de la ficha de evaluación sensorial es claro y entendible.   | ✓      |           |
| 3.- las instrucciones que se dan en la ficha de evaluación sensorial son claras.   | ✓      |           |
| 4.- las preguntas en la ficha de evaluación sensorial guardan relación con su objetivo.                                    | ✓      |           |
| 5.- las preguntas tiene secuencia lógica   | ✓      |           |
| 6.- El panel de catadores tiene capacidad para dar respuestas válidas.   | ✓      |           |
| 7.- No se tienen preguntas desconocidas  | ✓      |           |
| 8.- La ficha de evaluación sensorial es confiable para los propósitos de la investigación.                                 | ✓      |           |



FIRMA DEL VALIDOR

**IV. CUADRO DE VALIDACION DE LA FICHA DE EVALUACION SENSORIAL**

Marcar con un check ( ) donde considere que corresponda

| Exigencia para la validación de la ficha de evaluación sensorial   | CUMPLE | NO CUMPLE |
|--|--------|-----------|
| 1.- El objetivo de la ficha de evaluación sensorial, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación. | ✓      |           |
| 2.- El objetivo de la ficha de evaluación sensorial es claro y entendible.   | ✓      |           |
| 3.- las instrucciones que se dan en la ficha de evaluación sensorial son claras.   | ✓      |           |
| 4.- las preguntas en la ficha de evaluación sensorial guardan relación con su objetivo.                                    | ✓      |           |
| 5.- las preguntas tiene secuencia lógica   | ✓      |           |
| 6.- El panel de catadores tiene capacidad para dar respuestas válidas.   | ✓      |           |
| 7.- No se tienen preguntas desconocidas  | ✓      |           |
| 8.- La ficha de evaluación sensorial es confiable para los propósitos de la investigación.                                 | ✓      |           |

  
FIRMA DEL VALIDOR