

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA



“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA DE *Hordeum vulgare*
(CEBADA) POR *Ipomoea batatas L.* (CAMOTE AMARILLO)”.

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

AUTOR: MARCELIANO BENITES ESPINOZA

ASESOR: CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2022

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marceliano Benites Espinoza'.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carmen Gilda Avelino Carhuaricra'.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
UNIDAD DE POSGRADO



ACTA N° 019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Siendo las 18.00 horas del día martes 06 de diciembre del año 2022, mediante el uso de la Plataforma Virtual de la Facultad de Ingeniería Química de la Unidad de Posgrado, se reunieron, el Jurado evaluador de la sustentación de Tesis para la obtención el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química, conformado por:

Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO	PRESIDENTE
Mg. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO	SECRETARIO
Dra. HERRERA SÁNCHEZ SONIA ELIZABETH	MIEMBRO
Mg. DÍAZ GUTIERREZ ALBERTINA	MIEMBRO
Dra. AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA	ASESORA

con la finalidad de evaluar la sustentación de la tesis titulada **“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA DE *Hordeum vulgare* (CEBADA) POR *Ipomoea batatas* L. (CAMOTE AMARILLO)”** presentado por Don **BENITES ESPINOZA MARCELIANO**.

Acto seguido se procedió a la sustentación de la tesis a través de la Plataforma Virtual, con el fin de optar el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Luego de la exposición, los miembros del Jurado evaluador formularon las respectivas preguntas, las mismas que fueron absueltas por el sustentante.

Terminada la sustentación, el Jurado evaluador luego de deliberar, acuerda **APROBAR** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **17** (Diecisiete) la presente tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 124° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021. Se eleva la presente acta a la Escuela de posgrado de la Universidad Nacional del Callao, a fin de que se declare **APTO** para conferir el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Se extiende el acta, a las 19.15 horas del mismo día.

Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO
Presidente

Mg. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO
Secretario

Dra. HERRERA SÁNCHEZ SONIA ELIZABETH
Miembro

Mg. DÍAZ GUTIERREZ ALBERTINA
Miembro

Dra. AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA
Asesora



FICHA DE OBSERVACIÓN

TÍTULO DE LA TESIS SUSTENTADA: "ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA DE *Hordeum vulgare* (CEBADA) POR *Ipomoea batatas* L. (CAMOTE AMARILLO)"

I. Presidente:

.....

II. Secretaria:

.....

III. Miembro:

.....

IV. Miembro

.....

martes, 06 de diciembre del 2022

 Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO
 Presidente

Ing. CARLOS ERNESTO ANGELES QUEIROLO
 Céd. Pro. 0503

 Mg. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO
 Secretario

 Dra. HERRERA SÁNCHEZ SONIA ELIZABETH
 Miembro

 Mg. DÍAZ GUTIERREZ ALBERTINA
 Miembro

 Dra. AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA
 Asesora

INFORMACIÓN BÁSICA

- **FACULTAD:**
INGENIERÍA QUÍMICA.
- **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:**
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA.
- **TÍTULO:**
“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA DE *Hordeum vulgare* (CEBADA) POR *Ipomoea batatas* L. (CAMOTE AMARILLO)”.
- **AUTOR:** MARCELIANO BENITES ESPINOZA.
CÓDIGO ORCID: 0000-0002-5618-3593
DNI: 15853277
- **ASESOR:** CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA.
CÓDIGO ORCID: 0000-0003-0339-3324
DNI: 07287720
- **LUGAR DE EJECUCIÓN:**
LABORATORIO DE LA COMPAÑÍA CBC PERUANA S.A.C.
- **UNIDAD DE ANÁLISIS:**
CERVEZA ARTESANAL DE CAMOTE AMARILLO Y MALTA DE CEBADA.
- **TIPO DE INVESTIGACIÓN:**
APLICADA.
- **ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:**
CUANTITATIVO.
- **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:**
EXPERIMENTAL.
- **TEMA OCDE:**
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ALIMENTOS Y BEBIDAS)

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

JURADO EVALUADOR

Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO	PRESIDENTE
Mg. ANGELES QUEIROLO CARLOS ERNESTO	SECRETARIO
Dra. HERRERA SÁNCHEZ SONIA ELIZABETH	MIEMBRO
Mg. DÍAZ GUTIERREZ ALBERTINA	MIEMBRO
Dra. AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA	ASESORA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 019

FECHA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS: 06 de diciembre del 2022

N° DE LIBRO: 001

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi esposa Erica, a mi hija Elizabeth y a mi hijo Jesús por el apoyo, impulso y la paciencia durante la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dios por la vida y la protección por el tiempo que nos toca vivir en estos momentos de pandemia, a mis profesores de la Maestría y en especial a la Dra. Carmen Avelino por el asesoramiento de la presente investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE	Página
TABLA DE CONTENIDO	4
TABLA DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
SOMMARIO	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción de la realidad problemática	12
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación	13
1.5 Delimitantes de la investigación	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes del estudio	16
2.1.1 Antecedentes internacionales	16
2.1.2 Antecedentes nacionales	19
2.2 Bases teóricas	22

2.2.1 Cerveza	22
2.2.2 Tipos de cerveza	23
2.2.3 Materias primas y proceso para elaboración de cerveza	27
2.2.4 Camote	46
2.2.5 Fermentación alcohólica	53
2.3 Marco conceptual	56
2.3.1 Cerveza artesanal	56
2.3.2 Diferencia entre cerveza artesanal e industrial	56
2.3.3 Calidad de la cerveza	57
2.3.4 Evaluación sensorial como una medición de calidad	59
2.3.5 Evaluación sensorial con pruebas afectivas	60
2.4 Definiciones de términos básicos	62
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	64
3.1 Hipótesis	64
3.1.1 Operacionalización de variable	65
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	66
4.1 Diseño metodológico	66
4.2 Método de investigación	66
4.3 Población y muestra	90
4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado	90
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	90
4.6 Análisis y procedimientos de datos	95
4.7 Aspectos éticos en investigación	97

V. RESULTADOS	99
5.1 Resultados descriptivos	99
5.2 Resultados inferenciales	114
5.3 Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis	122
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	123
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	123
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	126
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	129
VII. CONCLUSIONES	130
VIII. RECOMENDACIONES	131
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
ANEXOS	140

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 1	Cantidad de energía y nutrientes en 100 ml de cerveza	23
Tabla 2	Composición de cebada (materia seca)	28
Tabla 3	Composición del lúpulo seco	30
Tabla 4	Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua cervecera	35
Tabla 5	Límites máximos permisibles de parámetros de calidad agua para consumo humano	36
Tabla 6	Composición de levadura (materia seca)	37
Tabla 7	Clasificación taxonómica de camote	47
Tabla 8	Valor nutricional de 100 g de camote crudo	50
Tabla 9	Composición química de 100 g de camote amarillo sin cáscara	52
Tabla 10	Requisitos fisicoquímicos de la cerveza	58
Tabla 11	Requisitos microbiológicos para bebidas carbonatas (cerveza)	59
Tabla 12	Operacionalización de variable	65
Tabla 13	Porcentajes de mezcla de malta de cebada y de camote amarillo en la primera etapa	68
Tabla 14	Porcentajes de mezcla de malta de cebada y de camote amarillo en la segunda etapa	68
Tabla 15	Formulación de cerveza artesanal de malta de cebada y de camote amarillo en la primera etapa	74
Tabla 16	Formulación de cerveza artesanal de malta de cebada y de camote amarillo en la segunda etapa	74
Tabla 17	Análisis organoléptico (escala hedónica)	91
Tabla 18	Parámetros fisicoquímicos	91
Tabla 19	Composición de panel sensorial de evaluación primera etapa	99
Tabla 20	Cantidad de muestras de tratamiento de la primera etapa	99
Tabla 21	Promedio de la característica organoléptica de color de la cerveza artesanal (primera etapa)	101

Tabla 22 Promedio de la característica organoléptica de olor de la cerveza artesanal (primera etapa)	101
Tabla 23 Promedio de la característica organoléptica de sabor de la cerveza artesanal (primera etapa)	102
Tabla 24 Promedio de la aceptabilidad de la cerveza artesanal (primera etapa)	102
Tabla 25 Composición de panel sensorial de evaluación segunda etapa	103
Tabla 26 Cantidad de muestras de tratamiento de la segunda etapa	103
Tabla 27 Promedio de la característica organoléptica de color de la cerveza artesanal (segunda etapa)	105
Tabla 28 Promedio de la característica organoléptica de olor de la cerveza artesanal (segunda etapa).	105
Tabla 29 Promedio de la característica organoléptica de sabor de la cerveza artesanal (segunda etapa).	106
Tabla 30 Promedio de la aceptabilidad de la cerveza artesanal (segunda etapa).	106
Tabla 31 Resultado fisicoquímico de la cerveza artesanal elaborada (87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo).	107
Tabla 32 Análisis estadístico de características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad (primera etapa)	109
Tabla 33 Análisis estadístico de características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad (segunda etapa)	112
Tabla 34 Resultado de análisis de varianza para color (primera etapa)	114
Tabla 35 Resultados de la prueba de Tukey para color (primera etapa)	115
Tabla 36 Resultado de análisis de varianza para olor (primera etapa)	115
Tabla 37 Resultados de la prueba de Tukey para olor (primera etapa)	116
Tabla 38 Resultado de análisis de varianza para sabor (primera etapa)	117
Tabla 39 Resultados de la prueba de Tukey para sabor (primera etapa)	118

Tabla 40 Resultado de análisis de varianza para aceptabilidad (primera etapa)	118
Tabla 41 Resultados de la prueba de Tukey para aceptabilidad (primera etapa)	119
Tabla 42 Resultado de análisis de varianza para color (segunda etapa)	120
Tabla 43 Resultado de análisis de varianza para olor (segunda etapa)	120
Tabla 44 Resultado de análisis de varianza para sabor (segunda etapa)	121
Tabla 45 Resultado de análisis de varianza para aceptabilidad (segunda etapa)	121

TABLA DE FIGURAS

Figura 1	Malta de cebada	29
Figura 2	Lúpulo en pellet	31
Figura 3	Fases de la propagación de la levadura	39
Figura 4	Producción de camote en el Perú año 2018 y 2019	48
Figura 5	Producción de camote en el Perú por Región en el trimestre Enero-marzo 2018 y 2019	49
Figura 6	Camote amarillo (Ipomoea batatas L.)	52
Figura 7	Etapas del proceso de la investigación	67
Figura 8	Malta de cebada Best Pale Ale	71
Figura 9	Malta de cebada Best Chocolate	71
Figura 10	Malta de cebada Best Caramel Hell	71
Figura 11	Lúpulo Cascade	72
Figura 12	Lúpulo Chinook	72
Figura 13	Levadura Safale US-05	72
Figura 14	Botellas de vidrio ámbar de 330 ml	73
Figura 15	Tapas metálicas para botella de vidrio	73
Figura 16	Molienda de la malta de cebada.	75
Figura 17	Lavado, desinfección, pelado y pesado de camote amarillo	76
Figura 18	Cocción de camote amarillo.	76
Figura 19	Curva de maceración	78
Figura 20	Ollas de macerado y cocción.	79
Figura 21	Agua caliente	79
Figura 22	Macerado	80
Figura 23	Bagazo (afrecho)	80
Figura 24	Cocción de mosto	81
Figura 25	Enfriamiento de mosto	81
Figura 26	Preparación de Levadura y adición a tanque fermentador.	82
Figura 27	Fermentación de cerveza	83

Figura 28 Envasado de cerveza en botella 330 ml y taponado con tapa metálica.	84
Figura 29 Cerveza artesanal de Tratamiento 1 (T1)	85
Figura 30 Cerveza artesanal de Tratamiento 2 (T2)	85
Figura 31 Cerveza artesanal de Tratamiento 3 (T3)	86
Figura 32 Cerveza artesanal de Tratamiento 4 (T4)	86
Figura 33 Cerveza artesanal de Tratamiento 5 (T5)	87
Figura 34 Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal (primera etapa)	88
Figura 35 Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal (segunda etapa)	89
Figura 36 Equipo Alcolyzer de marca Anton Paar.	92
Figura 37 Equipo Espectrofotómetro DR5000 marca Hach.	93
Figura 38 Equipo potenciómetro digital 913, marca Metrohm.	94
Figura 39 Bureta automática	94
Figura 40 Agitador magnético marca ISOLAB	94
Figura 41 Equipo Nibem TPH, marca Haffmans	95
Figura 42 Orden presentación de las muestras en evaluación sensorial (primera etapa)	100
Figura 43 Orden presentación de las muestras en evaluación sensorial (segunda etapa)	104
Figura 44 Cerveza artesanal elaborada con 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo.	108
Figura 45 Comparación de promedio de los cinco tratamientos (primera etapa)	110
Figura 46 Comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos (primera etapa)	111
Figura 47 Comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos (segunda etapa)	113

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo. La investigación se llevó a cabo en tres etapas.

En la primera etapa se elaboró cerveza artesanal con sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (% malta/camote): T1 (100/0), T2 (87,5/12,5), T3 (75,0/25,0), T4 (62,5/37,5) y T5 (50,0/50,0). De acuerdo con el análisis de variancia de los resultados de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad se observó que hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos. Mediante prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia se determinó que la proporción más aceptable respecto a las características organolépticas corresponde al tratamiento T2 (87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo).

En la segunda etapa se elaboró cerveza artesanal con sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (%malta/camote): T1 (100/0), T2 (97,0/3,0), T3 (94,0/6,0), T4 (91,0/9,0) y T5 (87,5/12,5). De acuerdo con el análisis de variancia de los resultados de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad se observó que no hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos.

En los análisis sensoriales de la primera y segunda se determinó como la mejor proporción al tratamiento de 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo. En la tercera etapa se elaboró cerveza artesanal con la proporción más aceptable determinada en la primera y segunda etapa (87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo), luego se realizaron análisis fisicoquímicos obteniendo como resultados promedios: grado alcohólico = 5,02%v/v, color = 22,38 EBC, pH = 4,07, acidez = 0,191 %m/m, estabilidad de espuma = 217 segundos y densidad = 1,0090 g/ml. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normas NTP 213.014 2016, NTON 03 038-06 y NTE INEN 2262:2013.

Palabras clave: malta de cebada, cerveza artesanal, sustitución, camote amarillo.

SOMMARIO

O objetivo da pesquisa foi fazer cerveja artesanal substituindo parcialmente o malte de cevada por batata-doce amarela. A investigação foi realizada em três etapas.

Na primeira etapa, a cerveja artesanal foi produzida com substituição parcial do malte de cevada por batata-doce amarela nas proporções (% malte/batata doce): T1 (100/0), T2 (87,5/12,5), T3 (75 / 25), T4 (62,5/37,5) y T5 (50/50). De acordo com a análise de variância dos resultados das características organolépticas de cor, cheiro, sabor e aceitabilidade, observou-se que há diferença significativa entre os cinco tratamentos. Através do teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, determinou-se que a proporção mais aceitável em relação às características organolépticas corresponde ao tratamento T2 (87,5% de malte de cevada mais 12,5% de batata-doce amarela).

Na segunda etapa, a cerveja artesanal foi produzida com substituição parcial do malte de cevada por batata-doce amarela nas proporções (% malte/batata doce): T1 (100/0), T2 (97,0/3,0), T3 (94,0/6,0), T4 (91,0/9,0) y T5 (87,5/12,5). De acordo com a análise de variância dos resultados das características organolépticas de cor, cheiro, sabor e aceitabilidade, observou-se que não há diferença significativa entre os cinco tratamentos.

Nas análises sensoriais do primeiro e do segundo, determinou-se como a melhor proporção para o tratamento 87,5% de malte de cevada mais 12,5% de batata-doce amarela.

Na terceira etapa, a cerveja artesanal foi produzida com a proporção mais aceitável determinada na primeira e segunda etapas (87,5% de malte de cevada mais 12,5% de batata-doce amarela), em seguida, foram realizadas análises físico-químicas, obtendo-se como resultados médios: teor alcoólico = 5,02%v/v, cor = 22,38 EBC, pH = 4,07, acidez = 0,191%*m/m*, estabilidade da espuma = 217 segundos e densidade = 1,0090 g/ml. Os resultados obtidos estão dentro das faixas estabelecidas pelas normas NTP 213.014 2016, NTON 03 038-06 e NTE INEN 2262:2013.

Palavras-chave: malte de cevada, cerveja artesanal, substituição, batata-doce amarela.

INTRODUCCIÓN

La importancia de esta investigación fue demostrar que se puede obtener cerveza artesanal, mediante la incorporación de materia prima poco convencional, como es el caso del camote amarillo (*Ipomoea batatas L.*), con características organolépticas aceptables y que cumplen con los requisitos físico químico de normas nacional e internacional. En la investigación se tomaron como referencias la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones) y Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos).

Considerando que la cerveza no solamente se elabora a partir de malta de cebada, se pueden utilizar materias primas que se producen en el país como es el caso del camote amarillo. Esto permitirá dar valor agregado a estos productos que generalmente son comercializados en fresco en los mercados del país y de esta forma promover su cultivo a nivel agrícola, lo cual fortalecerá la producción y aprovechamiento de los beneficios y nutrientes de estos productos de nuestro país.

La cerveza es la bebida alcohólica más antigua y común. Su historia muestra que ha constituido un importante consumo social y excelente fuente de calorías que complementaba muchas dietas; además no contenía agentes infecciosos, como el agua o leche, debido a su fermentación. Se elabora tradicionalmente la cerveza con malta, en Europa, América y Australia, con mijo, en África, con arroz en Japón, con maíz (chicha), mandioca y patata, en América pre-colombina. (Suárez, 2013).

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La cerveza es una bebida alcohólica muy antigua, que fue desarrollada por los pueblos mesopotámicos y egipcios, es resultado de la fermentación de los cereales germinados en agua, en presencia de levadura. Su elaboración es conocida como un arte, a menudo los expertos en cervezas deben elegir entre las docenas de estilos de malta y lúpulo, de centenares de tipos de levadura, e incluso de diversas clases de agua, ya que dependiendo de qué tan bien los elija y de cómo los utilicen determinará el estilo y el gusto de la cerveza (Rodríguez, 2015). Actualmente la cerveza es la bebida alcohólica que se ha caracterizado por ser un producto de alta aceptación dentro del mercado internacional y nacional. Su consumo es parte de la cultura de muchos países del mundo y del Perú.

En la elaboración de la cerveza los ingredientes utilizados son principalmente la malta de cebada y cereales como maíz y arroz; sin embargo, también se realizan formulaciones que utilicen otro tipo de materias primas tales como yuca, papa y camote, que contienen un alto porcentaje de almidón los cuales pueden ser transformados en azúcares fermentables indispensables para la elaboración de bebidas alcohólicas como la cerveza (Echia, 2018).

Por lo expuesto, se plantea el problema de investigación:

¿Cómo elaborar cerveza artesanal con la malta de cebada y camote amarillo (*Ipomoea batatas L.*)?

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de *Hordeum vulgare* (cebada) por *Ipomoea batatas L.* (camote amarillo)?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la proporción adecuada para la obtención de la cerveza artesanal sustituyendo parcialmente la malta de cebada por camote amarillo?
- b) ¿Influye la sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en las características organolépticas de la cerveza artesanal?
- c) ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal sustituida parcialmente la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de *Hordeum vulgare* (cebada) por *Ipomoea batatas* L. (camote amarillo).

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la proporción adecuada para obtener cerveza artesanal sustituyendo parcialmente la malta de cebada por camote amarillo.
- b) Evaluar la influencia de la sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo en las características organolépticas de la cerveza artesanal.
- c) Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada mediante sustitución parcialmente de la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial.

1.4 Justificación

Las cervecerías artesanales se han convertido en todo un suceso mundial por la calidad y diversidad de cervezas que ofrecen en comparación con las industriales. El Perú, obviamente, no escapa de esta creciente ola y ya está iniciando la producción de este tipo de cervezas (Quintanilla y Sucno, 2017).

Desde el año 2000 la cerveza ha presentado un crecimiento sostenido en su consumo siendo el mínimo registrado de 2% anual en el 2008 debido a la crisis financiera internacional. Por último, el margen de ganancias de una cervecería casera o micro cervecería se encuentra alrededor del 21% (Echía, 2018).

La cerveza es un producto que se consume en nuestro país prácticamente en todas las festividades y reuniones sociales. También existen eventos gastronómicos en los que las cervezas artesanales son presentadas y degustadas. Desde hace unos años se aprecia más y más las cervezas artesanales, y es debido a esto y al apoyo que le está dando el estado a través del Ministerio de la Producción, razón por la cual el número de marcas de cerveza artesanales está creciendo. Hoy en día el Perú cuenta con la Asociación de cerveceros artesanales del Perú, la cual apunta a aumentar el poder de los productores y así poder favorecer el mercado.

En el Perú la industrialización del camote es baja, a pesar de ser un cultivo poco exigente y bien adaptado a los climas y regiones del país. Se ha venido desarrollando el procesamiento de harina y almidón de camote; sin embargo, quedan muchas más aplicaciones por desarrollar tales como la producción de jarabe de glucosa y alcohol (Yucra y Brown, 2012).

El uso de camote se ha diversificado considerablemente durante las últimas cuatro décadas. Con un alto contenido de almidón, es adecuado para el procesamiento y se ha convertido en una importante fuente de materia prima para almidón y productos industriales derivados de almidón. El valor agregado para los agricultores proviene de una variedad de productos e ingredientes elaborados a partir de raíz de camote, como harina, chips secos, jugo, pan, fideos, caramelos y pectina. Los nuevos productos incluyen licores y un creciente interés en el uso de los pigmentos de antocianinas en las variedades moradas para colorantes y uso de alimentos en la industria cosmética (CIP, Internacional Potato Center, 2010).

De acuerdo a lo mencionado se consideró la opción del uso del camote en elaboración de cerveza artesanal para convertirlo a un producto de valor agregado. Desde un punto de vista social la elaboración de cerveza artesanal propuesta toma como materia prima una de las especies de camote amarillo (*Ipomoea batatas*), se busca aprovechar este importante recurso nacional e impulsar el consumo de los productos.

1.5 Delimitantes de la investigación

El trabajo de Investigación fue viable porque se contaron con ambiente apropiado para la elaboración de cerveza artesanal, accesos a laboratorios para análisis, insumos, materia prima, materiales, equipos y reactivos para la realización de la parte experimental del proyecto, así como presupuesto para la movilidad.

- a) Teórica: Durante el proceso de la investigación se utilizaron las teorías y enfoques sobre elaboración de cerveza de artículos científicos, revistas especializadas y tesis que ayudaron a explicar las teorías.
- b) Temporal: El presente trabajo de investigación es de tipo longitudinal. La investigación se realizó durante 10 meses.
- c) Espacial:
 - Elaboración de cerveza artesanal: Se realizó en las instalaciones de área de 60 m², ubicado en Urbanización 15 de Enero (Mz CH2, lote 32) del distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.
 - Análisis fisicoquímicos: Se realizaron en el laboratorio de la empresa CBC Peruana S.A.C., ubicado en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.
 - Evaluación sensorial: Se realizó en el distrito de San Juan de Lurigancho, con 30 personas residentes en dicho distrito.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

En el estudio realizado por Boada y Freile (2017), Universidad San Francisco de Quito - Ecuador, **“Efecto de la utilización del camote (*Ipomoea batatas* L.) en la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale estilo American Brown Ale”**. Utilizaron un diseño completamente al azar (DCA) con 1 repetición, 5 tratamientos (reemplazos de T2 - 60, T3 - 65, T4 - 70, T5 - 75 y T6 - 80% de camote) adicional el tratamiento control - T1 (100% malta). Las variables de respuesta analizadas fueron pH, acidez, grado alcohólico y densidad. Mediante el análisis de varianza o ANOVA, una prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia y una tabla de ponderación se determinaron los mejores prototipos para la evaluación sensorial. Realizó una prueba de aceptabilidad con una escala hedónica de 5 puntos donde los tratamientos con 70 y 75% de reemplazo de camote y el tratamiento control fueron analizados por 60 jueces consumidores, teniendo en cuenta atributos como el sabor, olor, espuma y amargor. Concluyeron que es posible elaborar una cerveza artesanal tipo Ale estilo American Brown Ale que cumple con los requisitos fisicoquímicos de la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 2 262); sin embargo, a pesar de cumplir con los requisitos fisicoquímicos de la norma, las cervezas con un reemplazo de 70 y 75% de camote, no fueron aceptadas por el consumidor. El mayor rendimiento fue el tratamiento con 70% de reemplazo de camote que, además, cumple con los requisitos fisicoquímicos de la norma NTE INEN 2262. Sugirieron para futuras investigaciones reducir el contenido de camote en la cerveza y también reducir el contenido de lúpulo para mejorar el amargor.

Cedeño y Mendoza (2016), Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López - Ecuador, **“Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con Almidón de papa como adjunto y especias”**. Analizaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol) aplicando un ANOVA AxB (2x3) con tres repeticiones y el

contraste con Dunnet. Las características organolépticas (color, olor, sabor, cuerpo y amargor), evaluaron con un panel de jueces semientrenados y se trataron por medio de la prueba de Friedman. Realizaron la investigación con el propósito de evaluar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa (*Solanum tuberosum L.*) como adjunto y especias. Determinando el comportamiento de dos factores: Factor A, una mezcla de 80% malta de cebada con 20% almidón de papa (200 y 300 g/l) y factor B, con combinación de especias: 40% lúpulo, 10% tomillo, 48% romero y 2% ajeno (1, 2 y 3 g/l), que originaron seis tratamientos; conjuntamente, se incluyó un testigo (100% malta de cebada y lúpulo). Analizaron las variables fisicoquímicas (pH, acidez total, densidad y grado de alcohol) y las características organolépticas (color, olor, sabor, cuerpo y amargor). Todos los tratamientos de la cerveza artesanal alcanzaron el rango permisible por norma ecuatoriana INEN 2262 para la variable pH, siendo el T1 (200 g/l de la mezcla malta de cebada con almidón de papa + 1 g/l de combinación de especias) quien además cumplió el porcentaje de acidez y grado de alcohol establecido en la norma. En el análisis sensorial los jueces no lograron determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos y el testigo. El factor A incidió sobre el pH y grado de alcohol, mientras que el factor B sobre todas las variables fisicoquímicas.

García Bazante (2015), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador, **“Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos”**, elaboró cerveza artesanal a partir de almidón extraído de dos tubérculos andinos, oca (*Oxalis tuberosa*) y camote (*Ipomoea batatas*), con la finalidad de otorgar valor agregado a estos productos andinos. Las cervezas obtenidas, el control y la cerveza artesanal comercial, fueron sometidas a un análisis físico, químico y sensorial. Evaluó los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, cuando aparecieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), empleó la técnica de comparaciones múltiples mediante intervalos de confianza por el método de Fisher. Estableció tres formulaciones con base en la sustitución de malta por almidón en las proporciones de 25, 50 y 75% Seleccionando la mejor formulación mediante una encuesta de preferencia,

siendo el de mayor aceptación el de 50% de sustitución. Las cervezas obtenidas (con 50% de sustitución) y el control (100% malta), fueron sometidas a un análisis físico, químico y sensorial. Los valores de pH, acidez, grado alcohólico, contenido de CO₂, y el análisis microbiológico de las formulaciones y el control cumplen con los requisitos de la norma ecuatoriana NTE INEN 2262. Obteniendo resultados positivos en la prueba de degustación. Se concluye que la cerveza artesanal elaborada es apta para el consumo humano, y podría ser comercializada.

La investigación realizada por Albán y Carrasco (2012), Universidad Estatal de Bolívar - Ecuador, **“Evaluando dos niveles de levadura utilizando como sustrato papa china (*Colocasia Esculenta*) y camote (*Ipomoea Batatas L.*) en la planta de frutas y hortalizas de la universidad estatal de Bolívar”**. Realizaron análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5% y Análisis de para cada una de las variables del producto terminado como son: Volumen obtenido (Vinillo), producción (Bebida alcohólica destilada), acidez y grado alcohólico (GL). Tuvo como principal objetivo la utilización de papa china y camote, enzimas alfa-amilasa; con el fin de obtener una bebida alcohólica destilada con características de una bebida alcohólica destilada, mediante la incorporación de dos niveles de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), con la ayuda del proceso fermentativo, y con estos procesos dar un valor agregado a estos productos olvidados. Las materias primas fueron sometidos a tres etapas: Obtención del almidón de cada producto, proceso de hidrólisis y la fermentación. Las variables en estudio fueron: sólidos solubles, pH, Grado alcohólico y acidez esto durante la fermentación y en el mejor tratamiento los análisis fisicoquímicos y presencia de Metanol realizado en un laboratorio. El mejor tratamiento fue la que estuvo constituido de 0,08g de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) más (25% de sustrato de papa china y 75% de sustrato de camote) en el cual se obtuvo los mejores resultados y rendimientos.

Carvajal e Insuasti (2010), Universidad Técnica del Norte - Ecuador, **“Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot Esculenta Crantz*)”**, elaboraron cerveza artesanal utilizando

cebada y yuca. Para el análisis estadístico emplearon diseños completamente al azar con arreglo factorial AxB para cerveza de cebada y cerveza de yuca, donde se analizó las variables pH, grado alcohólico, acidez total, densidad, CO₂. La determinación de la significación estadística se realizó con la prueba de TUKEY para Tratamientos y DMS para Factores, determinándose así los mejores tratamientos T5 (0,7 g/l + 7 g/l), para cerveza de cebada y T2 (0,9 g/l + 7g/l), para cerveza de yuca. La cerveza artesanal elaborada utilizando cebada y yuca, determinó que los diferentes porcentajes de las mezclas sí influyeron en las características organolépticas de la cerveza artesanal. Para las características de color, olor y sabor; la mezcla que tuvo la mejor aceptabilidad por el grupo de panelistas que evaluaron organolépticamente fue de 85% de cebada y 15% de yuca. Determinaron de acuerdo con análisis microbiológicos realizados que la cerveza artesanal de cebada y yuca se encuentra dentro de los niveles adecuados según la norma ecuatoriana INEN de Requisitos Microbiológicos de la Cerveza.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Rentería Sernaque (2020), Universidad Nacional de Piura, **“Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la Región Piura, Perú 2019”**, elaboró cerveza artesanal utilizando maracuyá y almidón de olluco como sustitución de la cebada. Analizó las variables fisicoquímicas aplicando un ANOVA (3x3) con 4 repeticiones, para determinar si existen efectos significativos de los factores individuales y de las interacciones sobre la cerveza artesanal. Las características organolépticas (color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad), lo evaluó con un panel de doce jueces y fue tratado por medio de la prueba de Friedman. Determinó el efecto de cuatro sustituciones de cebada por almidón de olluco (90%/10%, 80%/20%, 70%/30% y 60%/40%) y de tres valores de levadura (0,63g/L, 0,56g/L y 0,50g/L) en las características fisicoquímicas (pH, Acidez, Color y Grado alcohólico) y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale. En el análisis sensorial determinó como mejor al tratamiento M1L1 (90% de malta de cebada más 10% de almidón de olluco y levadura 0,63g/L). Todos los tratamientos de la cerveza artesanal se

encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma NTP 213.014:2016, Norma NTON 03 038 respectivamente.

Según Echia Morales (2018), Universidad San Ignacio de Loyola - Perú, en la investigación realizada **“Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”**, teniendo en cuenta tres variables: La proporción entre malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”, la cantidad de lúpulo por litro de mosto y la cantidad de azúcar por litro de cerveza. Utilizó el método de ordenaciones sucesivas para determinar la formulación que represente la muestra con mayor aceptación organoléptica. Con los resultados obtenidos, en la evaluación sensorial y en las pruebas fisicoquímicas, logró elaborar cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”. La proporción de mayor aceptación fue de 91% malta de cebada y 9% papa amarilla “tumbay”. Cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por la autoridad competente en el país.

Huanco Bravo (2018), Universidad Nacional del Altiplano – Perú, en la investigación realizada sobre **“Elaboración de cerveza artesanal con sustitución parcial de malta con mashua (*Tropaeolum tuberosum R.*)”**, en donde su objetivo fue elaborar cerveza artesanal con sustitución parcial al mosto de malta con estrujado de mashua, siendo las variables experimentales la proporciones malta/estrujado de mashua (M1 = 99,5% malta/0,5% de estrujado de mashua, M2 = 99,0% malta/1,0% de mashua y M3 = 98,5% de malta/1,5% de mashua). Al producto obtenido evaluó las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, porcentaje de etanol, densidad, proteínas y porcentaje de acidez) y evaluación sensorial. Los resultados mostraron que no hay efecto significativo de estrujado de mashua sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la cerveza artesanal elaborada. En el análisis de ANVA con 95% de confianza no presenta diferencia significativa con relación a pH, °Brix y densidad entre las muestras. Concluye que la adición de mashua no afecta significativamente en las características fisicoquímicas, pero si afecta a las características sensoriales, sin embargo las proporciones pequeñas no fue

apreciable por el panel sensorial empleado en la evaluación sensorial de la cerveza artesanal.

En la investigación realizada por Apaya y Atencio (2017), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Perú, “**Tecnología para la elaboración de una cerveza artesanal tipo ale, con sustitución parcial de malta (*hordeum vulgare*) por guiñapo de maíz morado (*Zea Mays*)**”, que 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*). Para determinar la formulación adecuada, realizaron una evaluación sensorial afectiva (apreciada hedónica) con un panel de trece jueces entrenados. Los panelistas fueron maestros cerveceros artesanales. Utilizaron un Diseño de Bloques completamente al Azar, donde (A) representa el porcentaje de adición de guiñapo de maíz morado (20, 25 y 30 %). Realizaron el análisis de varianza para determinar el grado de significancia, y la prueba de Duncan (DSM), para encontrar diferencias significativas y la comparación de medias para el análisis sensorial. 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 seis 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.

En la investigación realizada por Rodríguez Cruz (2015), Universidad Privada Antenor Orrego – Perú, “**Efecto de la sustitución de cebada (*hordeum vulgare*) por quinua (*chenopodium quinoa*) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo ale**”, La evaluación sensorial, mediante la Prueba de Durbin y la de comparaciones múltiples de Conover, reportó una mayor aceptabilidad general (Suma de rangos = 80.5) con la sustitución de 25% - pH inicial de 6.0, siendo estadísticamente igual a la de los tratamientos control. Determinó el

efecto de dos sustituciones de cebada (*Hordeum vulgare*) por quinua (*Chenopodium quinoa*) y de dos valores de pH inicial de maceración (5,0 y 6,0) en las características fisicoquímicas (grado alcohólico, capacidad y estabilidad espumante, densidad y pH final) y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale. La evaluación estadística de las características fisicoquímicas mostró que existe homogeneidad de varianzas en todas las variables de estudio ($p > 0.05$), presentándose efecto significativo tanto de la sustitución de cebada por quinua como del pH inicial de maceración sobre el grado alcohólico, la capacidad y estabilidad espumante y el pH final.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cerveza

Según el Instituto Nacional de Calidad (2016), “se entiende exclusivamente por cerveza a la bebida resultante de un proceso de fermentación controlado, mediante levadura cervecera, de un mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Una parte de la cebada malteada o de extracto de malta podrá ser reemplazada por adjuntos cerveceros”.

La cerveza está conformada por componentes orgánicos: proteínas, aminoácidos, polifenoles y azúcares, que provienen de los materiales empleados durante la elaboración y como subproducto del metabolismo de las levaduras durante la fermentación. Estos compuestos son los responsables de la mayoría de las características organolépticas de la cerveza y están relacionados con su estabilidad (Cedeño y Mendoza, 2016). En la Tabla 1 se indican las cantidades de nutrientes y energía que aporta 100 ml de cerveza.

Tabla 1. Cantidad de energía y nutrientes en 100 ml de cerveza

Componente	Aporte (cantidad)	Unidad
Energía	32,0	Kcal
Proteínas	0,3	g
Carbohidratos	2,4	g
Alcohol	3,1	g
Calcio	7,0	mg
Hierro	0,1	mg
Magnesio	6,0	mg
Silicio	3,6	mg
Zinc	0,02	mg
Tiamina	Trazas	mg
Riboflavina	0,03	mg
Niacina	0,4	mg
Ácido fólico	4,1	µg
Bitamina B12	0,14	µg

Fuente: Alcázar, 2001. Citado por Cedeño y Mendoza, 2016.

2.2.2 Tipos de cerveza

Alcázar Rueda (2001) menciona que “hay varias formas de clasificar las cervezas: por el tipo de agua empleada, por el color, por los cereales utilizados para extraer azúcares, por la proporción y la cantidad de los ingredientes básicos empleados, por la composición del mosto, por la tradición histórica en lo que se refiere a la selección de levaduras o el contenedor empleado en la maduración”.

i) Cerveza de acuerdo con clase de levadura usada.

Según Rodríguez Cárdenas (2003), la cerveza dependiendo de la clase de levadura usada se clasifica en: Cervezas de baja fermentación o Lager, y cervezas de alta fermentación o Ale.

a) Cervezas de fermentación baja o Lager.

Alcázar Rueda (2001) manifiesta que “lager es un término en alemán que significa guardar. La lager es una cerveza fermentada con una levadura

denominada *Saccharomices carlsbergensis* o *Saccharomyces uvarum*, que trabaja a bajas temperaturas”.

En la elaboración de cervezas de fermentación baja o lager, “las levaduras de fermentación baja desarrollan la fermentación desde el fondo del depósito fermentador y trabajan a una temperatura entre 4 y 12 °C. En estas levaduras, las células madre e hija se separan entre sí, después de que se finalice la propagación. Se caracterizan porque prevalece un metabolismo de fermentación, por encima de la respiración. El poder de floculación de las cepas levaduras de fermentación baja es elevado, obteniéndose una cerveza muy clarificada” (Sancho, 2015).

“Los estilos más difundidos del grupo lager son pilsen, draft, ice, märzen, bock y rauch. Dentro de ellos, sin duda, el más comercializado a nivel global es el primero” (Gonzales, 2017).

b) Cervezas de fermentación alta o Ale:

Alcázar Rueda (2001) manifiesta que las cervezas ale “son de fermentación alta en caliente (de 15 a 25 °C), lo que hace que las cepas de levadura suban a la superficie. La fermentación en caliente proporciona al producto aromas afrutado, tonos muy variados y sabores complejos, por lo que la gama de cerveza ale es muy extensa”.

En elaboración de cerveza de fermentación alta o ale se utilizan levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, en donde “las levaduras de fermentación alta suben a la superficie en el transcurso de la fermentación, desarrollándose a una temperatura entre 14 y 25 °C. En este tipo de levaduras, las células madre e hija permanecen unidas, por lo general, durante un tiempo, formándose cadenas celulares ramificadas. Se caracterizan por desarrollar un metabolismo más marcado de respiración que de fermentación. Generalmente, las cepas de este tipo de levaduras son menos floculantes que las levaduras de fondo o de fermentación baja” (Sancho, 2015).

Las cervezas ale son ligadas tradicionalmente con Inglaterra, Irlanda y Escocia. Alcázar Rueda (2001) indica que “el término ale define únicamente el método de

fermentación, y no tiene que ver con los tipos de maltas o lúpulos empleados, ni con el color o contenido de alcohol del producto”. Es decir, la característica de la cerveza puede ser de acuerdo con lo que el cervecero desee elaborar.

Las variedades de cerveza ale son:

- Cerveza Ale Mild: Es ligera, dulce, no amarga, con bajo contenido de alcohol de 3 a 3,8% de alcohol (Alcázar, 2001).
- Cerveza Bitter: Es de baja densidad, limitado contenido alcohólico y un definido carácter lupulizado (Alcázar, 2001).
- Cerveza Pale Ale: Tiene color característico a bronce, color rojo ambarino y con cierto gusto a nuez (Alcázar, 2001).
- Cerveza Brown Ale: Que es de mayor venta en Gran Bretaña (Alcázar, 2001).
- Cerveza Newcastle Brown Ale: Es una cerveza fuerte, de sabor a malta y de color ámbar oscuro (Alcázar, 2001).
- Cerveza Old Ale: Es una cerveza fuerte, no están completamente fermentadas con fin de dejar en la cerveza algo dulzor, sabor y cuerpo de los azúcares (Alcázar, 2001).

ii) Cerveza respecto a su extracto original o extracto primitivo:

Las cervezas respecto a su extracto original o extracto primitivo se clasifican en: Cerveza liviana y cerveza (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

a) Cerveza liviana: Para el Instituto Nacional de Calidad (2016) la cerveza liviana es cuando su extracto original es mayor o igual a 5 % en peso y menor que 9,0 °P en peso y también menciona que se puede denominar como “light” a la cerveza liviana cuando cumpla con los siguientes requisitos:

- “Reducción de 25 % del contenido de nutrientes y/o del valor energético con relación a una cerveza similar del mismo fabricante (misma marca) o del valor medio del contenido de tres cervezas similares conocidas, que sean producidas en la región; y” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).
- “Valor energético de la cerveza lista para el consumo: máximo de 35 Kcal/100 ml” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

b) Cerveza: “Es la cerveza cuyo extracto original es mayor o igual a 9,0 °P en peso” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

iii) Cerveza respecto al grado alcohólico:

Según el Instituto Nacional de Calidad (2016), las cervezas respecto al grado alcohólico se clasifican en: Cerveza sin alcohol y cerveza con alcohol.

a) Cerveza sin alcohol: “Se entiende a la cerveza cuyo contenido alcohólico es inferior o igual a 0,5 % en volumen” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

b) Cerveza con alcohol: “Es la cerveza cuyo contenido alcohólico es superior a 0,5 % en volumen” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

iv) Cerveza respecto al color:

El Instituto Nacional de Calidad (2016) indica que las cervezas respecto al grado color se clasifican en: Cerveza clara y cerveza oscura.

a) Cervezas claras (rubias o rojas): Se denomina cervezas claras cuando el color es menor a 30 unidades E.B.C. (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

b) Cervezas oscuras: Se denomina cervezas oscuras cuando el color es mayor o igual a 30 unidades E.B.C. (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

v) Cerveza respecto a la proporción de materias primas:

El Instituto Nacional de Calidad (2016) menciona que las cervezas respecto a la proporción de materias primas se clasifican en: Cerveza, cerveza 100 % malta o de pura malta y cerveza de ... (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios).

a) Cerveza: De acuerdo al Instituto Nacional de Calidad (2016), “es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo contenido de cebada malteada es igual o mayor que 50% en peso”.

b) Cerveza 100 % malta o de pura malta: “Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto primitivo proviene exclusivamente de cebada malteada”, como lo indica el Instituto Nacional de Calidad (2016).

c) Cerveza de... (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios): El Instituto Nacional de Calidad (2016), manifiesta que la cerveza de... “es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene

mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80 % en peso de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto original (no menos del 20 % en peso de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto original, deben citarse todos ellos”.

2.2.3 Materias primas y proceso para elaboración de cerveza

i) Materias primas para elaboración de cerveza

Para la fabricación de cerveza se requieren cuatro materias primas: cebada, lúpulo, agua y levadura. La calidad de estas materias primas tiene una influencia decisiva sobre la calidad de los productos elaborados (Kunze, 2006).

Para la fabricación de la cerveza, según Sancho (2015), son necesarios como mínimo el agua, la malta de cebada, el lúpulo y la levadura. Además, se pueden utilizar algunos cereales adjuntos para otorgar diferentes sabores y texturas, así como cualquier ingrediente que se quiera adicionar con la intención de aportar ciertos matices.

a) Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare*), es la materia prima principal para la elaboración de cerveza. Su utilización se basa en el hecho que tiene un alto contenido de almidón, el cual es transformado posteriormente en la sala de cocción en extracto fermentable (Kunze, 2006).

Composición y propiedades de los componentes de cebada

El contenido de agua de la cebada es de 14 a 15% en promedio. El contenido restante se denomina materia seca (Kunze, 2006). La composición de la materia seca de la cebada se muestra en Tabla 2.

Tabla 2. *Composición de cebada (materia seca)*

Componente	%
Hidrato de carbono totales	70,0 – 85,0
Proteínas	10,5 – 11,5
Substancias minerales	2,0 – 4,0
Grasas	1,5 – 2,0
Otras substancias	1,0 – 2,0

Fuente: Kunze, 2006.

Hidrato de carbonos

Los hidratos de carbono son el mayor complejo de substancias, desde el punto de vista cuantitativo. Son importantes el almidón, los azúcares, la celulosa, así como también la hemicelulosa y las gomas (Kunze, 2006).

El almidón es el componente más importante de la cebada con 50 a 65%. El almidón es almacenado como granos de almidón en las células del endospermo. Los granos de almidón (amiloplastos) contienen hasta 5% de lípidos y 0,5% de substancias albuminoideas y están compuestos por dos estructuras diferentes: amilosa y amilopectina. La hidrólisis del almidón durante la maceración producirá los azúcares fermentables del mosto y las dextrinas (Kunze, 2006).

Vitaminas en la cebada

La cebada contiene principalmente las siguientes vitaminas: Vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina C (ácido ascórbico) y vitamina E (tocoferol) (Kunze, 2006).

Enzimas de la cebada

Las transformaciones que ocurren durante el malteado y la fabricación de cerveza tienen lugar exclusivamente por el efecto de las enzimas. La cebada contiene una serie de enzimas, muchas de ellas en cantidades reducidas. La mayoría de las enzimas se forman durante la germinación en el maltado.

Los componentes de las enzimas son los aminoácidos. La formación de enzimas en la germinación es uno de los principales requisitos del mateado, dado que

una parte de estas enzimas es absolutamente necesaria para los procesos de degradación durante la maceración en la sala de cocción (Kunze, 2006).

b) Malta de cebada (cebada mateada o malta)

El Instituto Nacional de Calidad (2016) define que la malta de cebada “es el producto resultante de someter el grano de cebada a un proceso controlado de remojo, germinación, secado y/o tostado. Las maltas de otros cereales deberán denominarse de acuerdo con su procedencia: malta de trigo, malta de maíz, es decir deberá denominarse “malta...” seguido del nombre del cereal”.

Sin malta no se puede fabricar cerveza. La fabricación de malta de cebada es el primer paso para fabricación de cerveza. La fabricación de malta de cebada tiene lugar actualmente casi exclusivamente en grandes malterías comerciales, mientras que anteriormente las fábricas de cerveza fabricaban su propia malta. (Kunze, 2006).



Figura 1. Malta de cebada.

c) Lúpulo

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una planta trepadora, pertenece a la familia de las cannabáceas, de flores menudas, cuyos frutos disecados, se emplean para aromatizar y dar el característico sabor amargo a la cerveza. Se utilizan los conos (o flores) de las plantas femeninas antes de que sean fecundadas. Los conos contienen en su interior unas glándulas de color amarillo, llenas de una resina llamada lupulina (Suárez, 2013).

Variedades de lúpulo

Hay muchas variedades de lúpulo que se pueden clasificar en tres clases: lúpulos aromáticos, lúpulos de amargos y lúpulos de doble finalidad. Algunas variedades son asociadas a ciertos estilos de cerveza (Suárez, 2013).

El lúpulo es una planta medicinal silvestre, conocida de hace unos 6 000 años a. C., se emplea desde el siglo XIX para la obtención de “lupulino”, usado en la fabricación de cerveza. El lúpulo da la estabilidad a la espuma, aromatiza y tiene propiedades antisépticas. El lúpulo hace que las cervezas sean más resistentes al deterioro microbiológico. (Martínez, Valls y Villamarino, 2007).

Composición del lúpulo

Los componentes del lúpulo tienen gran influencia sobre calidad de la cerveza. La composición del lúpulo seco se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. *Composición del lúpulo seco*

Componentes	%
Compuestos amargos	18,5
Aceites de lúpulo	0,5
Taninos	3,5
Proteínas	20,0
Sustancias minerales	8,0

Fuente: Kunze, 2006.

Productos de lúpulo

La fabricación de pellets de lúpulo es un método muy efectivo para la conservación de sus sustancias contenidas. Para ello el lúpulo es pulverizado y comprimido hasta obtener pellets. Se tienen tres tipos de pellets: pellets tipo 90, pellets enriquecidos (tipo 45) y pellets isomerizados (Kunze, 2006).



Figura 2. Lúpulo en pellet.

d) Agua

Es un ingrediente fundamental en la elaboración de la cerveza, ya que, en la mayoría de los casos, hasta el 90% de la cerveza es agua. Tradicionalmente, muchos productores de cerveza se instalaban donde había una fuente de agua pura. El poder disponer de una buena fuente de agua ayudó en el pasado a determinar la localización de muchas instalaciones cerveceras, como es el caso de las ciudades de Burton en Gran Bretaña, Budweis y Pilsen en Bohemia y Munich en Alemania. Algunos productores tienen sus propios manantiales de agua, mientras que otros utilizan el agua pública o potable (Quintanilla y Sucno, 2017).

Consumo de agua en elaboración de cerveza

El agua es la mayor proporción de materia prima usada en la elaboración de cerveza. Una parte de la cantidad de agua requerida es usada directamente en la cerveza y otra parte para limpieza, enjuague, lavado de envase y otros propósitos. El consumo promedio de agua en las fábricas de cerveza varía de 5 a 8 hectolitros por cada hectolitro de cerveza elaborada. Las fábricas de cerveza grandes consumen menos agua, alcanzando en algunos casos consumo menor que 3,5 hectolitros por cada hectolitro de cerveza elaborada (Kunze, 2006).

Requisitos que debe cumplir el agua para elaboración de cerveza

El agua en la cervecería debe tener cumplir todo lo que se exige un agua potable, en lo referente a sensorial, físico químico y microbiológico, de acuerdo con lo que indica el Ministerio de Salud, en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-S.A.). En la tabla 5 se indican los límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para consumo humano.

Además, debe cumplir con una serie de requisitos de tecnología cervecera, las cuales pueden tener una influencia positiva sobre la elaboración de la cerveza (Kunze, 2006).

Existen diferentes técnicas de tratamiento del agua que permiten obtener las concentraciones de sales disueltas deseadas en el agua para elaboración de cerveza. A continuación, se enumeran y explican los iones químicamente activos más importantes, las que reaccionarán con la malta durante el proceso de la maceración (Sancho, 2015):

- Calcio (Ca^{+2})

El ion calcio es uno de los elementos de mayor importancia en el agua cervecera, porque influye sobre varios aspectos del proceso de elaboración. En la maceración, disminuye el pH del mosto favoreciendo la actividad enzimática. Tanto en la maceración como en la ebullición beneficia la degradación y precipitación de proteínas, eliminando la turbidez del mosto y fomentando la proteólisis, que aumenta la concentración de nitrógeno amino libre. Estos compuestos de nitrógeno amino libre son utilizados durante la fermentación por la levadura, para la fabricación de aminoácidos mejorando la vitalidad de esta. El rango de la concentración óptima de calcio en el agua cervecera varía entre 50 a 150 ppm (Sancho, 2015).

- Magnesio (Mg^{+2})

El ion magnesio se comporta de una forma muy similar a la del ion calcio, pero con menor eficacia. La malta de cebada contiene suficiente magnesio que es hidrolizado en el mosto durante la maceración. El rango de la concentración óptima de magnesio en el agua cervecera varía entre 10 a 30 ppm (Sancho, 2015).

- **Potasio (K⁺)**

El ion potasio, al igual que el magnesio, se requiere en niveles de trazas para que las fermentaciones sean satisfactorias (≤ 10 ppm). En concentraciones elevadas otorga un sabor salado. En la malta se encuentran los iones de potasio que son disueltos en el mosto durante la maceración (Sancho, 2015).

- **Sodio (Na⁺)**

El ion sodio, en las concentraciones adecuadas contribuye al cuerpo y la sensación en boca de la cerveza, redondea aromas y acentúa la dulzura de la malta. En concentraciones demasiado elevadas (< 150 ppm) imparte sabores indeseables salados y amargos. Los iones de sodio son nocivos para las levaduras. La concentración óptima es de 15 ppm (Sancho, 2015).

- **Bicarbonato (HCO₃⁻)**

Los iones bicarbonato son la principal forma de carbonatos en el agua con un pH menor a 8,4. Es por ello, que deben de controlarse en todo momento para que no afecten al valor de pH durante el macerado y el hervido. Concentraciones muy elevadas afectara tanto a los sabores y aromas, como en los procesos de maceración, cocción o fermentación. El rango de la concentración óptima de bicarbonato en el agua cervecera varía entre 0 a 250 ppm, dependiendo del porcentaje de maltas oscuras utilizadas. Esto es porque las maltas, cuánto más tostadas son, más acidifican el mosto. Con la presencia de iones bicarbonato se logra mitigar este efecto. Para cervezas rubias el rango óptimo sería de 0 a 50 ppm y para cervezas negras 150 a 250 ppm (Sancho, 2015).

- **Carbonato (CO₃⁻²)**

El carbonato es un ion alcalino. Al elevar el pH, neutraliza la acidez. Por lo que actúa como una solución tampón, manteniendo el pH en un valor constante. Es poco común que la concentración de estos iones sea muy elevada siempre que el pH del agua sea igual o inferior a 8 (Sancho, 2015).

- **Cloruro (Cl⁻)**

El cloruro, en concentraciones inferiores a 250 ppm, acentúan los sabores a malta y la percepción del sabor dulce. Además, aumenta la estabilidad de la cerveza y su clarificación. En concentraciones superiores a 250 ppm, produce

aromas y sabores a medicamentos y plástico debido a los componentes del clorofenol (Sancho, 2015).

- **Sulfato (SO_4^{2-})**

Los iones sulfato contribuyen a la dureza permanente y a bajar el valor de pH. Tienen mucha influencia sobre la percepción del lúpulo en la cerveza acabada. Dependiendo del estilo que se vaya a elaborar es recomendable una concentración u otra, que varía desde 10- 250 ppm. Estos valores proporcionan a la cerveza un sabor más seco y amargo. Los valores superiores a 400 ppm no son apropiados, puesto que el amargor resultante puede resultar desagradable. Además, el azufre es esencial para el proceso de fermentación (Sancho, 2015).

- **Otros componentes**

Los iones nitrato (NO_3^-) en concentraciones superiores a 20 ppm dificultan la fermentación y afectan de manera muy negativa al sabor de la cerveza. Los iones nitrito (NO_2^-) son tóxicos para la levadura y los seres vivos por lo que no deberían estar presentes en el agua. Los metales pesados como el cobre, hierro, manganeso y zinc deben estar en concentraciones inferiores a 1 ppm. Estos niveles son incluso beneficiosos ya que inhiben la floculación prematura de la levadura. El Sílice debe de encontrarse en concentraciones menores a 50 ppm, para evitar la formación de turbidez (Sancho, 2015).

Tabla 4. *Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua cervecera*

Ion químicamente activo	Valor mínimo (ppm)	Valor máximo (ppm)
Calcio (Ca^{+2})	50	150
Magnesio (Mg^{+2})	10	30
Potasio (K^{+})	5	10
Sodio (Na^{+})	5	150
Bicarbonato (HCO_3^{-})	0	250
Cloruro (Cl^{-})	0	250
Sulfato (SO_4^{-2})	10	250

Fuente: John Palmer and Colin Kaminski, *Water*, 2013. Citado por Sancho, 2015.

Tabla 5. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad agua para consumo humano

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	--	Aceptable
Sabor	--	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Cloruros	mg Cl/l	250
Sulfatos	mg SO ₄ /l	250
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	500
Amoniaco	mg N/l	1,5
Hierro	mg Fe/l	0,3
Manganeso	mg Mn/l	0,4
Aluminio	mg Al/l	0,2
Cobre	mg Cu/l	2,0
Zinc	mg Zn/l	3,0
Sodio	mg Na/l	200

Fuente: Ministerio de Salud. D.S.N° 031-2010-S.A., 2011.

e) Levadura

La levadura es un organismo eucariótico. Se trata de un hongo microscópico unicelular que transforma los glúcidos y los aminoácidos en alcohol y dióxido de carbono. Hay muchas especies y se clasifican de acuerdo con las características de su forma celular, de la reproducción, de su fisiología y de su hábitat. Tienen habilidad para metabolizar azúcares. Contienen diecisiete vitaminas, todas del grupo B, catorce minerales y 46% de proteínas (Suárez, 2013).

La levadura es un sacaromiceto unicelular, es capaz de cubrir su demanda de energía en presencia de oxígeno (aerobio), por respiración y en ausencia de

oxígeno (anaerobio), por fermentación. En la fabricación de cerveza, el azúcar del mosto es fermentado por la levadura a alcohol y dióxido de carbono (CO₂). Para ello se utilizan cepas de levadura del tipo *saccharomyces cerevisiae*. Debido a su metabolismo, la levadura tiene una gran influencia sobre el sabor y el carácter de la cerveza (Kunze, 2006).

Estructura y composición de la célula de levadura

Las células de levadura tienen una forma ovalada a redondeadas, con una longitud de 8 a 10µm y un ancho de 5 a 7µm. Está compuesta en un 75% de agua. La composición de levadura seca se indica en la Tabla 6.

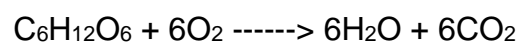
Tabla 6. *Composición de levadura (materia seca)*

Componentes	%
Sustancias albuminoides	45 - 60
Hidratos de carbono	25 - 35
Grasa (lípidos)	4 - 7
Sustancias minerales	6 - 9

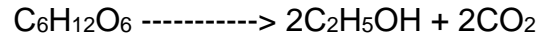
Fuente: Kunze, 2006.

Metabolismo de la célula de levadura

La levadura necesita energía y nutrientes para la realización de sus procesos metabólicos vitales y la formación de nuevas sustancias celulares. La energía para la realización de estos procesos es obtenida por la levadura preferentemente por respiración. La obtención de energía es muy grande con la respiración, dado que la glucosa es descompuesta a dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), sin que queden residuos (Kunze, 2006).



Ante la ausencia de aire, la levadura pasa a la fermentación alcohólica, como único ser viviente capaz de ello. Se forma aquí alcohol (etanol) y dióxido de carbono (CO₂), a partir de la glucosa:



El alcohol que se forma aquí contiene aún mucha energía, de manera que la energía obtenida por respiración es mayor que la obtenida por fermentación.

La degradación (catabolismo) de la glucosa hasta alcohol, o en caso de la respiración, hasta dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) tiene lugar en numerosas etapas de reacción. Cada reacción es catalizada por una enzima especial. Estas enzimas están unidas en la célula de levadura a determinadas estructuras celulares. Así, las enzimas para la glucólisis y la fermentación alcohólica se encuentran en el citoplasma, mientras que la respiración tiene lugar por medio de enzimas en las mitocondrias.

La levadura tiene metabolismos de: Hidratos de carbono, sustancias albuminoides, materia grasa y sustancias minerales

El metabolismo de hidratos de carbono sirve prioritariamente para la obtención de energía por respiración y fermentación, mientras que una pequeña parte es depositada como reserva, en forma de glicógeno y trehalosa (Kunze, 2006).

El metabolismo de sustancias albuminoides sirve, al igual que el metabolismo de materia grasa y el de sustancias minerales, prioritariamente para la formación de sustancias celulares, debiendo tenerse en cuenta que tanto los procesos de formación como de degradación tienen una importancia esencial (Kunze, 2006).

Estos procesos metabólicos influyen decisivamente sobre la calidad de la cerveza (Kunze, 2006).

Reproducción y crecimiento de levadura

La forma típica de la propagación de las levaduras es la gemación. En la gemación, la célula madre forma una pequeña protuberancia vesiculosa, en la cual entran una parte del citoplasma, así como también un núcleo hija, formado por división, dando forma a la célula hija completa. En algunas cepas de levadura, las células madre e hijo se separan entre sí, quedando cicatrices de gemación en la célula madre. En otras cepas, las células permanecen unidas entre sí, formando cadenas (Kunze, 2006).

Si se transfieren las células de levadura a una solución nutriente fresca, tal como sucede en la fábrica de cerveza, en el inicio de la fermentación del mosto con la levadura, éstas comienzan a crecer. El crecimiento está caracterizado por determinadas leyes naturales, diferenciándose seis fases (Kunze, 2006), como se muestra en Figura 3.

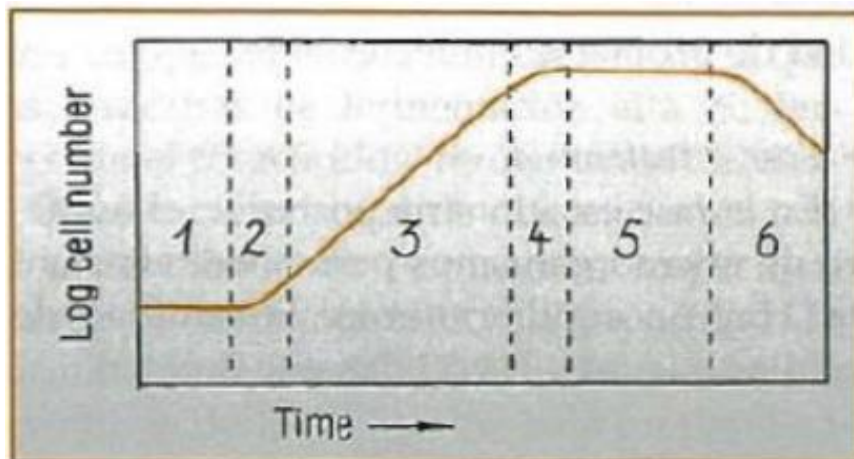


Figura 3. Fases de la propagación de la levadura. Fuente: Kunze, 2006.

(1) Fase de latencia o inducción

En la fase tiene lugar una activación del metabolismo. La duración de esta fase varía fuertemente. Depende del tipo de organismo, de la edad del cultivo y de las condiciones de cultivación. Esta fase finaliza con la primera división celular (Kunze, 2006).

(2) Fase de aceleración

En esta fase aumenta progresivamente la velocidad de división (Kunze, 2006).

(3) Fase exponencial

En la fase de propagación o exponencial o logarítmica, la velocidad de propagación es constante y máxima. El tiempo de generación, el período en el que se duplica el número de células, alcanza un mínimo en esta fase. En esta etapa, la levadura tiene su mayor vitalidad (Kunze, 2006).

(4) Fase de deceleración

La fase exponencial está limitada temporalmente, debido a diferentes factores, por ejemplo: empobrecimiento del sustrato, de nutrientes o enriquecimiento en los productos metabólicos que inhiben el crecimiento. Se pasa, de este modo, a

una fase de deceleración con velocidad de propagación decreciente (Kunze, 2006).

(5) Fase estacionaria

En la fase estacionaria posterior, el número de microorganismos permanece constante. Hay un equilibrio entre la cantidad de células nuevas y las células que mueren (Kunze, 2006).

(6) Fase declinante

En esta última fase mueren más células que las nuevas que se forman por propagación. De esta manera, disminuye el número de células (Kunze, 2006).

La duración y la intensidad de cada una de las fases de crecimiento son influidas esencialmente por el sustrato, la temperatura y el estado fisiológico de la levadura. El sustrato debe contener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento. De la misma forma, son decisivos para el crecimiento el contenido de agua, el valor pH y la concentración de oxígeno del sustrato (Kunze, 2006).

El agua es el componente principal en los procesos de vida de los microorganismos. Las levaduras crecen preferentemente con valores ácidos de pH (Kunze, 2006).

La temperatura influye de forma decisiva sobre el crecimiento de los microorganismos. Cada tipo de microorganismo está caracterizado por una temperatura óptima de desarrollo, con la cual la fase de latencia y el tiempo de generación tienen la mayor brevedad. Pero el crecimiento no sólo es posible con la temperatura óptima, sino que ocurre dentro de un rango más o menos grande de temperatura, por lo general, entre 0 y 40 °C para las levaduras de la especie *Saccharomyces*, siendo el óptimo para el crecimiento entre 25 a 30 °C (Kunze, 2006).

El estado fisiológico de la célula del microorganismo, edad y estado nutricional determina esencialmente la duración de la fase de latencia. En la fábrica de cerveza, un inicio rápido de la fermentación se logra con levaduras que son extraídas en estado de fermentación principal y que son agregadas, sin almacenamiento intermedio, en el mosto al inicio de la fermentación (Kunze, 2006).

Caracterización de las levaduras para cerveza

Dentro del tipo de levadura utilizada predominantemente como levadura de cultivo en la fábrica de cerveza, se diferencian numerosas cepas. Estas cepas se dividen en dos grandes grupos: Levaduras de fermentación alta (*Saccharomyces cerevisiae*) y levaduras de fermentación baja (*Saccharomyces carlsbergensis*). (Kunze, 2006).

- Levaduras de fermentación alta (*Saccharomyces cerevisiae*)

Las levaduras de fermentación alta suben a la superficie en el transcurso de la fermentación. Con estas cepas se trabajan a una temperatura entre 14 y 25°C. En este tipo de levaduras, las células madre e hija permanecen unidas, por lo general, durante un tiempo, formándose cadenas celulares ramificadas. Se caracterizan por desarrollar un metabolismo más marcado de respiración que de fermentación. Generalmente, las cepas de este tipo de levaduras son menos floculantes que las levaduras de fondo o de fermentación baja (Kunze, 2006).

- Levaduras de fermentación baja (*Saccharomyces carlsbergensis*)

Las levaduras de fermentación baja desarrollan la fermentación desde el fondo del depósito fermentador. Con estas cepas se trabajan a una temperatura entre 4 y 12°C. En estas levaduras, las células madre e hija se separan entre sí, después de que se finalice la propagación. Se caracterizan porque prevalece un metabolismo de fermentación, por encima de la respiración. El poder de floculación de las cepas levaduras de fermentación baja es elevado, obteniéndose una cerveza muy clarificada (Kunze, 2006).

f) Adjuntos cerveceros

Según el Instituto Nacional de Calidad (2016), los adjuntos cerveceros “son materias primas que sustituyen parcialmente a la malta, en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá superar el 45% en relación con el extracto original o primitivo”.

“Se consideran como adjuntos cerveceros a la cebada y a los cereales, malteados o no, apto para el consumo humano. También se consideran adjuntos

cervecedores a los almidones y azúcares de origen vegetal” (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

El potencial enzimático de la malta de cebada es suficiente para degradar almidón adicional. Se sustituyen en algunos países una parte de malta por 15 a 20% por cereal sin maltear. Se denomina adjunto al cereal sin maltear, éste es más barato como proveedor de almidón (Kunze, 2006).

ii) Proceso de elaboración de cerveza

El proceso de elaboración de cerveza, según Quintanilla y Sucno (2017), consta de tres etapas claramente definidas: cocimiento, fermentación y reposo (maduración). Estas dependen, exclusivamente, del tipo de cerveza que se piensa elaborar, debido a que, según la clase de cerveza, varía la cantidad y tipo de materia prima a utilizar.

Los procesos de elaboración de cerveza se describen.

a) Cocimiento

Manejo de las materias primas

Una vez que la malta llega a la planta, puede ser acopiada en almacén o pasar directamente a las cocinas (es la parte donde comienza a tratarse la malta). La malta es sometida a un proceso de limpieza para retener las impurezas que se encuentren mezcladas (piedras, espigas, metales, etc.). (Quintanilla y Sucno, 2017).

Molienda

El objeto de la molienda es obtener el contenido del grano, y permitir liberar las enzimas para que tomen mejor contacto con todo el almidón y adquieran mayor movilidad en el macerado. Es decir, pueden alcanzar rápidamente los almidones y proteínas para su total transformación. Es de mucha importancia la calidad de la molienda, ya que si se produce la rotura de la cáscara de la malta se tiene una desventaja: las sustancias no deseadas que se disuelven en el mosto, y afectan el sabor (Quintanilla y Sucno, 2017).

Se debe moler la malta de cebada para posibilitar que las enzimas que contiene actúen sobre sus componentes, descomponiéndolos durante la maceración. La molienda es un proceso de trituración mecánica, en el que, las cáscaras deben ser tratadas cuidadosamente, dado que se las necesita como material filtrante del mosto. Es importante molturar la malta justo antes de mezclarla con el agua en la maceración para evitar la oxidación de los ácidos grasos (Sancho, 2015).

Según Quintanilla y Sucno (2017), una buena molienda debe tener la siguiente composición: 30% de Cáscara, 10% de grano grueso, 30% de grano fino y 30% de harina.

b) Macerado

El macerado, es el proceso en el que las moléculas de almidón son transformadas en azúcares. Los almidones amilosa y amilopectin son cadenas de glucosa que las enzimas rompen hasta dejarlas en su expresión de moléculas de glucosa (azúcar). Este proceso lo llevan a cabo dos tipos de enzimas: alfa-amilasa y la beta-amilasa. La actuación óptima de estas enzimas es cuando el pH es de 5,6. Para las beta-amilasas alrededor de 65 °C y para las alfa amilasas 72 °C. Por esta razón para tener un buen macerado se deben seguir curvas de temperatura-tiempo para que se permita actuar a cada enzima en su condición óptima (Quintanilla y Sucno, 2017).

La maceración es el proceso importante en la fabricación del mosto. La molienda y el agua son mezclados entre sí (macerados). Los componentes de la malta entran así en solución y, con ayuda de las enzimas, se los obtiene como extractos. Las transformaciones durante la maceración tienen una importancia decisiva (Sancho, 2015).

c) Recirculado, extracción y lavado

El mosto recircula saliendo por la parte inferior del tanque de maceración y volviendo a ingresar por la parte superior; esto para logra homogeneizar la densidad del mosto y favorecer la extracción de azúcares fermentables (Quintanilla y Sucno, 2017).

Se extrae el mosto y se envía al tanque de hervor. Se incorpora agua a 77°C al macerado a medida que se quita el mosto. Con esta actividad se realiza un lavado del grano para extraer la mayor cantidad de fermentables. Se debe lavar hasta lograr la densidad del mosto deseable (Quintanilla y Sucno, 2017).

d) Hervor y lupulado

El mosto obtenido se calienta hasta lograr la ebullición por un tiempo de 60 minutos (Quintanilla y Sucno, 2017).

Sancho Saurina (2015), indica que durante la cocción del mosto ocurren los siguientes procesos de especial importancia:

- Disolución y transformación de componentes del lúpulo
- Formación y precipitación de proteínas y polifenoles
- Evaporación de agua
- Esterilización del mosto
- Destrucción de todas las enzimas
- Reducción del pH del mosto
- Evaporación de sustancias aromáticas indeseadas

Al inicio del hervor se le adiciona el 70% del lúpulo que será el responsable del característico sabor amargo de la cerveza. Al finalizar el hervor se agrega el resto del lúpulo (Quintanilla y Sucno, 2017).

e) Enfriado

Al finalizar el hervor se procede al enfriado mediante un dispositivo contracorriente que evacuará el mosto frío al fermentador (Quintanilla y Sucno, 2017).

f) Fermentación

Adición de levadura

Se procede en este paso a la inoculación de la levadura.

Proceso de fermentación

La cerveza permanecerá en contacto con la levadura durante 4 días en el caso de la Ale entre 15 y 19 °C. Una vez que culmina la fermentación se baja de golpe

la temperatura a 1 °C para que la levadura decante en el fondo del tonel y se la pueda reutilizar hasta ocho ciclos. Este proceso le otorga los perfiles deseados y transformará el parte del mosto en alcohol. Durante esta etapa se liberará CO₂ (Quintanilla y Sucno, 2017).

Es importante que la fermentación sea rápida y potente a la temperatura adecuada. Cuanto mayor sea la temperatura de fermentación más potente será ésta, pero se producirán aromas no deseados. Si por el contrario la fermentación tarda en arrancar, los pocos microorganismos que se hayan colado tendrán la oportunidad de multiplicarse y de cambiar el perfil de aroma y sabor de la cerveza con los nutrientes disponibles y la ausencia de alcohol (Sancho, 2015).

Cuando el fermentador este completamente lleno con el mosto a la temperatura adecuada, se debe controlar con bastante precisión que la temperatura esté siempre al nivel óptimo. En cervezas ale (alta fermentación) pueden llegar a fermentar hasta 4 grados plato al día. Si estos tiempos son mayores, es muy posible que las células queden en suspensión aportando un sabor a levadura que no será posible eliminar, esto ocurrirá también si se utilizan aguas con niveles de calcio por debajo de 50 ppm (Sancho, 2015).

g) Maduración (reposo)

Durante la maduración continúan las reacciones químicas de los productos orgánicos contenidos en la cerveza, los sabores y aromas maduran, se entremezclan entre sí, de forma que se crea un espectro uniforme en donde no debe destacar ningún aroma o sabor por encima de los demás en exceso. La maduración dura de 8 a 10 días, siendo la temperatura óptima de 2 °C. Transcurrido el tiempo de maduración, la cerveza se ha clarificado por haber sedimentado gran parte de las partículas responsables de la turbidez, entre ellas las levaduras. Para poder garantizar la adecuada conservación de la cerveza por períodos prolongados de tiempo es necesario el proceso de filtrado o de pasteurización (Quintanilla y Sucno, 2017).

El proceso de maduración podrá durar entre una semana y tres meses dependiendo del estilo de cerveza que se elabore. Durante este proceso decantarán las proteínas que se formarán por la aplicación de frío. Si la cerveza

sigue turbia al final de la maduración significará que existe algún problema de contaminación o de exceso de polifenoles (Sancho, 2015).

h) Envasado

El lavado y esterilización de las botellas y los barriles se hace con vapor vivo y su llenado es a contrapresión. El envase utilizado es una botella de vidrio, cuya capacidad es de 330 ml (Quintanilla y Sucno, 2017).

Se comenzará la línea de envasado, etiquetando las botellas de cerveza vacías de 330 ml. Estas botellas no tendrán ningún uso anterior, por lo que únicamente serán enjuagadas antes de su llenado. El hecho de que se comience por el etiquetado es debido a que al envasar la cerveza en frío (0 a 1°C) se producirá condensación en la botella siendo imposible que se peguen. Las etiquetas, suministradas en bobinas, deben de ser impermeables para evitar que se deterioren durante el proceso (Sancho, 2015).

2.2.4 Camote

Según Internacional Potato Center (2010), el camote es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo en términos de consumo humano, particularmente en el África subsahariana, partes de Asia y las islas del Pacífico. Primero domesticado hace más de 5,000 años en América Latina, se cultiva en más países en desarrollo que cualquier otro cultivo de raíz.

Kuncar y Talledo (2017), manifiestan que “el camote (*Ipomoea Batatas*) es una raíz reservante y no un tubérculo como muchos creen. Este alimento fue domesticado y cultivado desde la época prehispánica y se ha establecido en varios países gracias a que crece en diferentes climas, condiciones y tiene pocos enemigos naturales. Actualmente es el sexto cultivo más importante en el mundo después del arroz, trigo, papa, maíz y la yuca o cassava”.

a) Descripción botánica del camote:

En la Tabla 7 se indica la clasificación taxonómica del camote.

Tabla 7. Clasificación taxonómica de camote

Reino	Vegetal
División	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Ubifloras
Familia	Convolvulaceae
Género	Ipomoea
Sección	Eriospermum
Especie	Ipomoea batatas L.

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina, NTA 2013.

b) Producción de camote en el mundo

En el mundo, el camote es el sexto cultivo alimentario más importante después del arroz, el trigo, las papas, el maíz y la mandioca. Pero en los países en desarrollo, es el quinto cultivo alimentario más importante. Más de 105 millones de toneladas métricas se producen en todo el mundo cada año; 95% de los cuales se cultivan en países en desarrollo (Internacional Potato Center, 2010).

c) Producción de camote en el Perú

Nuestro país conserva en el Internacional Potato Center (C.I.P.) la colección más grande de germoplasma de camote, con un total 3096 clones provenientes de 18 países latinoamericanos y del Caribe, de los cuales el Perú cuenta con 2016 especies. Las principales variedades de camote que se desarrollan en el Perú son la blanca, rosada, amarilla, anaranjada y morada, cada una de ellas con diferentes ciclos vegetativos.

Sobre el camote Kunker y Talledo (2006) mencionan que “en el Perú, este alimento se cultiva casi todo el año en la costa sierra, selva y valles interandinos con un rendimiento promedio de 16 toneladas por hectárea. La mayor zona de producción de camote en Perú es en Lima, donde se concentra el 70% de la

superficie cultivada. Otras zonas de cultivo son Ancash, Lambayeque y La Libertad”.

De acuerdo con el Boletín Estadístico Mensual “El Agro en Cifras” publicado el mes de mayo del 2019, por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), la producción de camote en el Perú aumentó en el primer trimestre del año 2019 en comparación con el mismo trimestre del año 2018, como se muestra en la Figura 4. El agricultor peruano puede cultivar el camote todos los días del año y crece en toda la costa, la mayor cantidad de producción de camote en el Perú se concentra en el departamento de Lima, seguido por Ica y Ancash, como se observa en la Figura 5.

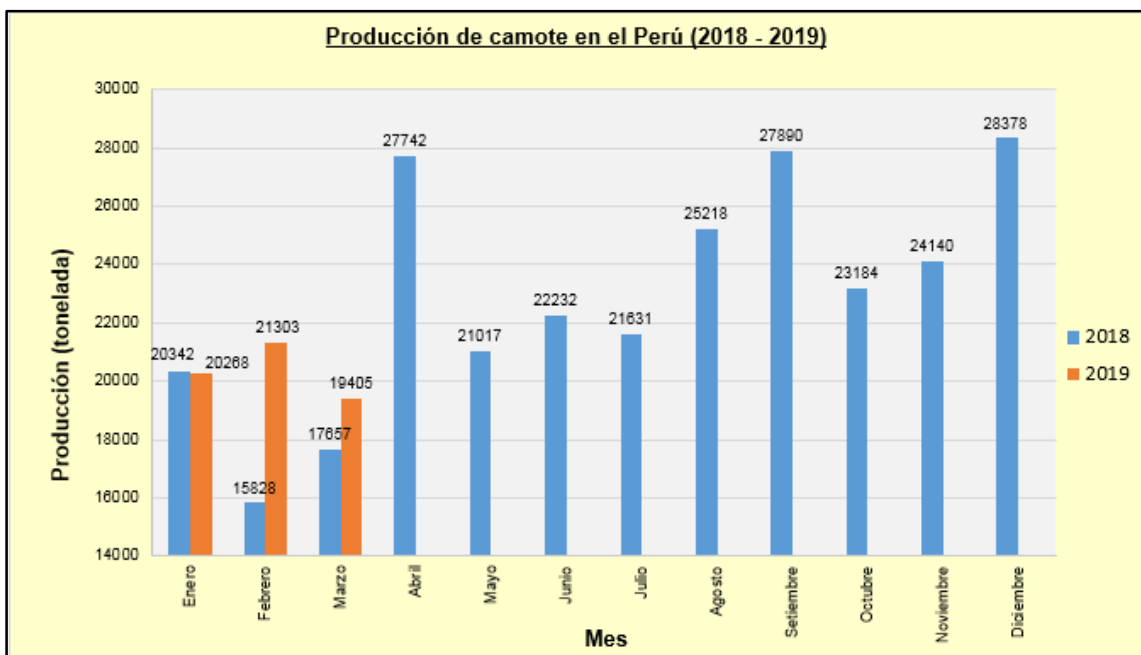


Figura 4. Producción de camote en el Perú año 2018 y 2019. Fuente: MINAGRI, 2019.

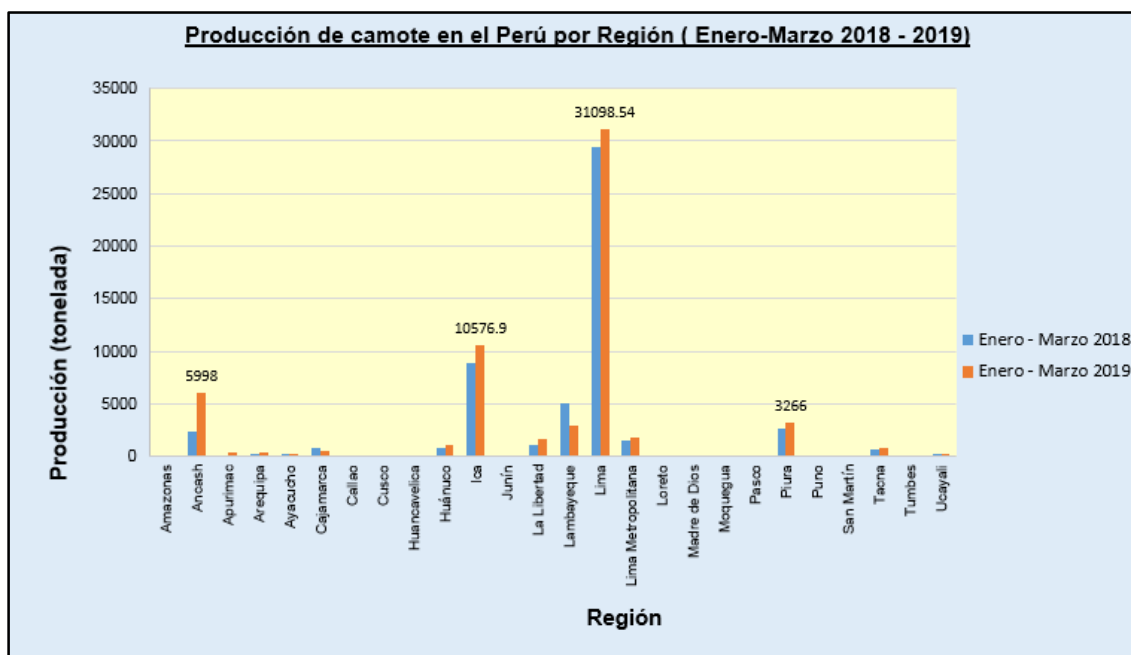


Figura 5. Producción de camote en el Perú por Región en el trimestre Enero-Marzo 2018 y 2019. Fuente: MINAGRI, 2019.

d) Valor nutricional del camote

El camote viene en variedades con piel y color carne que van del blanco al amarillo, naranja y morado oscuro. El camote de pulpa anaranjada es una fuente importante de betacaroteno, el precursor de la vitamina A. Solo 125 g de raíces frescas de camote de la mayoría de las variedades de carne anaranjada contienen suficiente betacaroteno para proporcionar las necesidades diarias de provitamina A de un niño en edad preescolar. El camote produce más energía comestible por hectárea por día que el trigo, el arroz o la mandioca. Son buenas fuentes de carbohidratos, fibra y micronutrientes. Es una valiosa fuente de vitaminas B, C y E, y contiene niveles moderados de hierro y zinc (CIP, Internacional Potato Center, 2010). En tabla 8, se muestra el valor nutricional de 100 g de camote crudo.

Tabla 8. *Valor nutricional de 100 g de camote crudo*

Componente	Cantidad	Unidad
Agua	77,28	g
Energía	86	kcal
Proteínas	1,57	g
Grasas totales	0,05	g
Carbohidratos	20,12	g
Fibra	3,9	g
Azúcares	4,18	g
Calcio	30	mg
Hierro	0,61	mg
Magnesio	25	mg
Fósforo	47	mg
Potasio	337	mg
Sodio	55	mg
Zinc	0,3	mg
Vitamina C	2,4	mg
Vitamina A	14187	IU
Vitamina B-6	0,209	mg
Vitamina E	0,26	mg

Fuente: Cardoze, 2015. Citado por Kuncar y Talledo, 2017.

e) Uso de camote

El uso de camote se ha diversificado considerablemente durante las últimas cuatro décadas. Con un alto contenido de almidón, es adecuado para el procesamiento y se ha convertido en una importante fuente de materia prima para almidón y productos industriales derivados de almidón. El valor agregado para los agricultores proviene de una variedad de productos e ingredientes elaborados a partir de raíz de camote, como harina, chips secos, jugo, pan, fideos, caramelos y pectina. Los nuevos productos incluyen licores y un creciente interés en el uso de los pigmentos de antocianinas en las variedades moradas para colorantes y uso de alimentos en la industria cosmética (CIP, Internacional Potato Center, 2010).

El camote en un inicio estuvo principalmente orientado a la alimentación de cerdos, luego se destinó para consumo humano en el contexto de una extrema pobreza gracias a sus excelentes beneficios nutricionales. Actualmente tiene múltiples aplicaciones: como alimento, forraje, medio de propagación o como materia prima barata para la industria. Se usan en la elaboración de harina, caramelos, snacks, postres y fideo (Kuncar y Talledo, 2017).

f) Camote amarillo

- Apariencia: Alargada o redondeada. Color de piel y pulpa de naranja intenso.
- Textura: Carnosidad firme y fresca, ligeramente dulces.
- Zonas de producción: El camote amarillo se produce a lo largo de la costa peruana, sobre todo destacan los camotes que proceden de Piura conocido como criollo, de los valles de Barranca, Huacho, Huaral, Cañete y Lurín ubicados en el departamento de Lima.
- Épocas de producción: Todo el año.

g) Composición de camote amarillo

En la Tabla 9, se muestra la composición química de 100 g de camote amarillo sin cáscara.

Tabla 9. Composición química de 100 g de camote amarillo sin cáscara

Componente	Cantidad	Unidad
Energía	95	Kcal
Energía	399	KJ
Agua	73,5	g
Proteínas	2,0	g
Grasa total	0,0	g
Carbohidratos totales	23,4	g
Carbohidratos disponibles	20,5	g
Fibra dietaria	2,9	g
Cenizas	1,1	g
Calcio	41	mg
Fósforo	31	mg
Zinc	0,40	mg
Hierro	0,43	mg
β caroteno equivalentes totales	3100	μ g
Vitamina A equivalentes totales	517	μ g
Tiamina	0,14	mg
Riboflavina	0,03	mg
Niacina	0,67	mg
Vitamina C	22,46	mg

Fuente: Tabla Peruana de Composición de Alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud Lima, Perú, 2018.

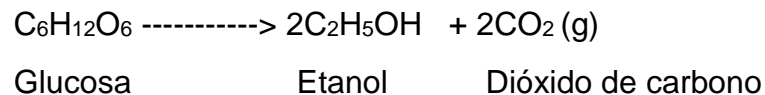


Figura 6. Camote amarillo (*Ipomoea batatas L.*).

2.2.5 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso biológico en ausencia de aire (oxígeno), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono para obtener como productos finales: etanol, CH₃-CH₂-OH, dióxido de carbono, CO₂ (g), y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Yucra y Brown, 2012).

La fermentación alcohólica es una reacción anaerobia (ausencia de oxígeno molecular) que desprende energía y es catalizada por enzimas o bacterias, descomponiendo los carbohidratos (azúcares y almidones) en alcohol y dióxido de carbono (Zambrano, 2013). Cuya reacción fundamental es:



La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo etanol y dióxido de carbono como desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados. Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno, O₂ (g), durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico (Yucra y Brown, 2012).

Factores que favorecen el proceso de fermentación alcohólica.

Yucra y Brown (2012), indican que los factores más importantes a controlar en la fermentación alcohólica son: Concentración de nutrientes, concentración de azúcar (sustrato), concentración de etanol resultante, pH, temperatura y contacto con el aire.

a) Concentración de nutrientes: La presencia de sustancias nutritivas adecuadas es una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo de la levadura, siendo su concentración un factor primordial en la actividad vital de la levadura. Las principales sustancias nutritivas y las más influyentes son magnesio, manganeso, zinc, potasio, nitrógeno, fósforo, azufre, vitaminas y trazas de otros elementos (Yucra y Brown, 2012).

b) Concentración de azúcar (sustrato): El carbono es suministrado por los azúcares contenidos en la materia prima, por lo que se debe considerar el valor de la concentración de azúcar ya que afecta la velocidad de la fermentación, el comportamiento y el desarrollo de las células de la levadura. La concentración excesiva de hidratos de carbono en forma de monosacáridos y disacáridos puede frenar la actividad bacteriana; también, la baja concentración puede frenar el proceso. Suele ser satisfactoria una concentración de azúcar de 10 al 18 %, siendo 12 % el valor más usado. Cuando se trabaja con concentraciones de azúcar muy altas, del orden de 22 %, se observa una deficiencia respiratoria en la levadura y un descenso de la velocidad de fermentación; por el contrario, al trabajar con concentraciones muy bajas, el proceso resulta antieconómico ya que requiere un mayor volumen para la fermentación (Yucra y Brown, 2012).

c) Concentración de etanol resultante: Es la resistencia de las levaduras a las concentraciones de etanol que se llegan a producir durante la fermentación. Una concentración alcohólica del 3 % ya influye sobre el crecimiento; una concentración de un 5 % influye tanto sobre el crecimiento como en la fermentación. Cuando la concentración de etanol es del 10 %, el crecimiento sufre la paralización total. Algunos microorganismos como *Saccharomyces cerevisiae* pueden llegar a soportar hasta un 20% de concentración en volumen (Yucra y Brown, 2012).

d) pH: El pH es un factor primordial en la fermentación, es importante en el control de la contaminación por bacterias como también al efecto en el crecimiento de las levaduras, en la velocidad de fermentación y en la formación de alcohol. Cuanto más bajo el pH del medio, tanto menor el peligro de infección, pero si se trabaja con pH muy bajo la fermentación es muy lenta, ya que la

levadura no se desarrolla de la forma conveniente. El crecimiento no se ve favorecido por una acidez elevada; por el contrario, las levaduras hacen fermentar mayores cantidades de azúcares en un medio neutro o poco ácido.

El pH más favorable para el crecimiento de la *Saccharomyces cerevisiae* es de 3,5 a 5,0 y el más usado es el rango de 4,8 a 5,0 para un crecimiento óptimo. Con pH inferior a 2,8 y hacia 2,5 a 2,6, la fermentación se vuelve difícil. El crecimiento de las levaduras también se ve afectado en un medio ligeramente alcalino (Yucra y Brown, 2012).

El rango de pH dentro del cual las levaduras fermentadoras realizan su actividad está comprendido entre 2,5 y 8,5. La fermentación se realiza a pH bajo, alrededor de 3,5. Por eso el mosto constituye un medio propicio para el desempeño de la levadura. El bajo grado de acidez no permite que en el mosto se desarrollen agentes patógenos (Cabrerera, 2012).

e) Temperatura: La temperatura es un factor importante en la actividad de todas las levaduras; y éstas tienen un régimen de temperatura de funcionamiento en condiciones óptimas, mínimas y máximas para cada una de las diversas funciones de la célula: respiración, fermentación, crecimiento.

Por debajo de los 20 °C, las levaduras no actúan, por encima de los 20 °C hasta los 32 °C, la proliferación y la actividad fermentativa crece en grandes proporciones; por encima de los 35 °C, la fermentación se detiene (Yucra y Brown, 2012).

La actividad de las levaduras es Intensa entre 20 °C y 25°C; máxima entre 30 °C a 35°C y por encima de los 40 °C disminuye. Nunca se debe permitir que un mosto fermente por encima de los 40 °C (Cabrerera, 2012).

f) Contacto con el aire: La presencia de una mínima cantidad de oxígeno en el proceso lo detiene por completo, este hecho se ha denominado Efecto Pasteur y es la razón por la que los recipientes fermentadores deben estar herméticamente cerrados (Yucra y Brown, 2012).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Cerveza artesanal

Una cerveza artesanal no contiene ningún otro ingrediente que no esté en la fórmula básica de la cerveza: agua, malta, lúpulo y levadura. No se la agrega conservantes ni antioxidantes. La cerveza artesanal cumple un proceso de elaboración totalmente natural; la fermentación continúa una vez embotellada, generando una espuma propia. Su variedad de sabores le permite combinarla con diferentes tipos de alimentos, lo que significa una gran experiencia Gourmet (Quintana y Sucno, 2017).

El volumen de producción de la cerveza artesanal es menor que las cervezas industriales. Entre las cervecerías de producción de cerveza artesanal podrían clasificarse en: Fábrica casera, cervecería Pub y cervecería artesanal o micro cervecería (Gonzales, 2017).

- Fábrica casera: Persona entusiasta que elabora cerveza en su casa empleando utensilios de cocina, con el objetivo del consumo propio. Su producción es normalmente de 20 litros por cada lote (Gonzales, 2017).
- Cervecerías Pub: Son pequeñas fábricas que forman parte de una cadena de bares. La cervecería puede ofrecer cerveza en barril y en botella (Gonzales, 2017).
- Cervecería artesanal o micro cervecería: Son fábricas que producen un volumen limitado de cerveza. Son más pequeñas que fábricas corporativas de gran escala, sus dueños son independientes y trabajan a título personal (Gonzales, 2017).

2.3.2 Diferencia entre cerveza artesanal e industrial

Según Chauca LLamoca (2015), la diferencia principal entre la cerveza industrial y la artesanal se encuentra en el tratamiento de la materia prima, en las proporciones y en el proceso de elaboración. La cerveza artesanal no utiliza

aditivo artificial, su proceso de elaboración es manual desde la molienda de la malta hasta el envasado.

Entre una cerveza industrial y una artesanal, hay tres diferencias básicas, según *Esnobismo Gourmet: Los ingredientes, la elaboración y el carácter gastronómico de una cerveza artesanal* (Quintana y Sucno, 2017).

Las cervezas industriales son elaboradas con mezcla de malta de cebada y cereales adjuntos, como el arroz o el maíz, que son más económicos, por lo que sirve para que las empresas tengan bajos costos de producción, también le agrega antioxidantes, estabilizantes, sin importar demasiado la calidad del producto y alejándose de lo que realmente es una cerveza artesanal auténtica (Gorostiaga, 2008).

La cerveza artesanal es más sana que la industrial por el simple motivo de no llevar productos químicos es mucho más nutritiva por ser hecha en base a cebada, la cual contiene nutrientes muy importantes para la salud humana, obviamente bebiendo con moderación (Gorostiaga, 2008).

La cerveza artesanal es diferente de la cerveza industrial, porque la cerveza artesanal es más atractiva en el sabor y en la presentación. Cada maestro cervecero desarrolla su propia fórmula o su propia receta de la cerveza artesanal. Por eso se puede encontrar cerveza artesanal de diferentes gustos para el cliente aún dentro del mismo tipo de cerveza. Eso hace que la cerveza artesanal sea un producto de mayor precio que la cerveza industrial (Chauca, 2015).

2.3.3 Calidad de la cerveza

i) Requisitos de la cerveza

La cerveza elaborada debe cumplir con requisitos fisicoquímicos y microbiológicos.

a) Requisitos Fisicoquímicos

La cerveza deberá cumplir con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la Tabla 10.

Tabla 10. Requisitos fisicoquímicos de la cerveza

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO
Grado alcohólico (1)	% (v/v)	0,5	--
Extracto original (1)	°Plato	5	--
Contenido de dióxido de carbono (1)	Volúmenes de CO ₂	0,3	--
Color (1)	EBC	(*)	(*)
Unidad de amargo (2)	EBU	2,0	100
pH (2)	--	3,0	4,8
Acidez total, expresado como ácido láctico (3)	%(m/m)	--	0,3
Densidad (4)	g/ml	1,0082	1,0132
(*) Cerveza clara : Color < 30 EBC			
(*) Cerveza oscura : Color >= 30 EBC			

Fuente: (1) Norma Técnica Peruana 213.014 2016 (CERVEZA. Requisitos).

(2) Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. NTON 03 038-06. (Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones).

(3) Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2262:2013 (Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos).

(4) Beer Judge Certification Program (BJCP). Guía de estilos de cerveza 2015, para cerveza Ale Americana Pálida (APA).

b) Requisitos Microbiológicos

En la Tabla 11, se presentan los requisitos microbiológicos exigidos por el ministerio de salud de Perú para bebidas carbonatas, según la RM-591-2008/MINSA y mediante la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V-01 “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas para consumo humano”.

Tabla 11. *Requisitos microbiológicos para bebidas carbonatas (cerveza)*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por	
					100 ml	
					m	N
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	50
Mohos	2	3	5	2	5	10
Levaduras	2	3	5	2	10	30

Fuente: RM-591-2008/MINSA (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V-01).

2.3.4 Evaluación sensorial como una medición de calidad

Hernández Alarcón (2005), indica que la evaluación sensorial consiste en la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas cuando lo observa y lo consume; comparándolo con uno del mercado, con un producto con diferentes formulaciones o simplemente con un cambio en alguno de los componentes con el fin de mejorarlo.

La evaluación sensorial en la actualidad es una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria de alimentos (Anzaldúa, 1994).

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico (Ureña y otros, 1999).

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (Hernández, 2005).

Hernández Alarcón (2005) indica la importancia de la evaluación sensorial en las industrias de alimentos, que radica principalmente en varios aspectos como:

- Control del proceso de elaboración: La evaluación sensorial es importante en la producción, ya sea debido al cambio de algún componente del alimento y a la modificación de alguna variable del proceso.
- Control durante la elaboración del producto alimenticio: El análisis sensorial se debe realizar a cada una de las materias primas que entran al proceso, al producto intermedio o en proceso, al producto terminado.
- Vigilancia del producto: Este principio es importante para la estandarización, la vida útil del producto y las condiciones que se deben tener en cuenta para la comercialización de los productos.
- Influencia del almacenamiento: Es necesario mantener el producto que se encuentra en almacenamiento, bajo condiciones óptimas para que no se alteren las características sensoriales.
- Sensación experimentada por el consumidor: Se basa en el grado de aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor. Se debe tener claro el propósito y el aspecto o atributo que se va a medir.
- Además de medir la aceptación de un producto, la evaluación sensorial permite también medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio.

2.3.5 Evaluación sensorial con pruebas afectivas

Las pruebas afectivas, el panelista expresa su reacción subjetiva ante el producto señalando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere ante otro. Las pruebas afectivas se clasifican en: Pruebas de preferencia, prueba de satisfacción y pruebas de aceptación (Hernández, 2005).

- Las pruebas de preferencia se emplean para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para estas pruebas se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no necesariamente tienen que ser entrenados. Se emplea la prueba de ordenación en donde se presentan varias muestras codificadas a los panelistas, que consiste en que los panelistas ordenen una serie de muestras

en forma creciente para cada una de las características o atributos que se estén evaluando (Hernández, 2005).

- Las pruebas de satisfacción, consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta y la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales (Hernández, 2005).
- Las pruebas de aceptación, permite medir el grado de preferencia y la actitud del panelista o degustador hacia un producto alimenticio, se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y por lo tanto su gusto o disgusto frente al producto catado (Hernández, 2005).

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia y las pruebas de aceptabilidad, ya sea por ordenamiento o por escalas hedónicas; estas pruebas miden el grado en que gusta un producto (Ureña y otros, 1999).

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia y las pruebas de aceptabilidad, ya sea por ordenamiento o por escalas hedónicas; estas pruebas miden el grado en que gusta un producto (Ureña y otros, 1999).

Las pruebas de aceptabilidad general con escalas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrada un producto. En estas escalas categorizadas, los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra escogiendo la categoría apropiada. Esta prueba tiene ventajas en cuanto a que requiere menos tiempo de evaluación, presenta procedimientos más interesantes para el degustador, su poder de aplicación es amplio, puede ser utilizado por degustadores no entrenados y puede ser utilizada con un elevado número de estímulos (Ureña y otros, 1999).

Aguilar y Endara (2016), en su investigación para determinar la aceptación del producto empleo escalas afectivas para la evaluación sensorial mediante 60 jueces no entrenados. En la evaluación empleo una escala hedónica de 5 puntos: Me gusta mucho (5), me gusta (4), indiferente (3), me disgusta (2) y me disgusta mucho (1).

Las pruebas hedónicas, para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados, deben ser consumidores potenciales o habituales del producto. La escala hedónica verbal se usa para medir el nivel de agrado de un alimento, puede aplicarse para probar preferencia o aceptación. Se usa la escala hedónica de 9 puntos, o variaciones de ésta, hasta un mínimo de 5 puntos (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP, 2014).

Cárdenas Rojas (2014), menciona que, en la evaluación sensorial hedónica, los jueces por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, en su centro de trabajo. Los jueces de este tipo deben emplearse solamente para pruebas afectivas (hedónicas). Es conveniente que exista un número de jueces entre 30 y 40 para establecer un diseño estadístico adecuado, aunque el ideal serían 100.

2.4 Definiciones de términos básicos

- **Acidez:** La acidez en cervezas es la proveniente de la preparación de los mostos de cebada y/u otros cereales y del proceso de fermentación que forma parte de procedimiento de fabricación de esta bebida. La acidez de la cerveza es debida en parte a diversos ácidos orgánicos (especialmente láctico) y se suele expresar en ácido láctico cada 100 g de cerveza (Echia, 2018).
- **Color de la cerveza:** La intensidad del color de cerveza se determina midiendo absorbancia de la luz monocromática de longitud de onda de 430 nm en equipo espectrofotómetro. El valor de la absorbancia se convierte en intensidad del color multiplicando la absorbancia por un factor. Hay dos opciones de expresar el resultado para el color medido a 430 nm. Color expresado en unidades EBC, el valor de la absorbancia se multiplica por 25. Color expresado en unidades SRM, el valor de la absorbancia se multiplica por 12,7 (Kunze, 2006).
- **Densidad de cerveza:** La densidad de la cerveza está vinculada con la cantidad de alcohol producida en el proceso de fermentación, es decir,

mientras se van transformando los azúcares en alcohol, se hace más ligera la cerveza. Las cervezas de baja densidad, que se encuentran entre valores de 0,988 y 1,018 g/ml, son generalmente de malta base, mientras que las cervezas de alta densidad, que se encuentran entre los valores de 1,020 - 1,060 g/ml, se elaboran con maltas y adjuntos tales como arroz, maíz y azúcar, los cuales hacen que la cerveza tenga más cuerpo (Rodríguez, 2015).

- **Estabilidad de espuma:** Es la determinación de estabilidad de la espuma según NIBEM. En este procedimiento, la estabilidad de espuma se mide como el tiempo (en segundos) requerido para que una cantidad de espuma se colapse sobre una distancia definida (30 mm), mientras más largo sea el tiempo necesario para alcanzar esta distancia, mayor es la estabilidad (Kunze, 2006).
- **Grado alcohólico:** Es el volumen de etanol presente en un volumen dado de producto. Por lo general viene expresado en porcentaje volumen/volumen (% vol.). El grado alcohólico “se forma durante la etapa de fermentación del mosto (proceso anaeróbico), mediante el cual la levadura convierte la glucosa en etanol y dióxido de carbono” (Rodríguez, 2003).
- **pH de cerveza:** El análisis de pH de cerveza se basa en la determinación de la concentración de iones hidrógeno con un medidor de pH ajustado a 4,0 y a 7,0 con soluciones tampón. “El pH es un factor de importancia para las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio” (Rodríguez, 2003).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

Hipótesis general

Si se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de *Hordeum vulgare* (cebada) por *Ipomoea batatas* L. (camote amarillo).

Hipótesis específicas

- a) La proporción adecuada de camote amarillo como sustitución parcial de la malta de cebada en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor al 50%
- b) La sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo si influye en las características organolépticas de la cerveza artesanal.
- c) Los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada con sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial son de grado alcohólico mayor a 0,5%v/v, color menor a 30 EBC, pH entre valores de 3,0 a 4,8, acidez menor a 0,3%*m/m*, la estabilidad de espuma entre valores de 210 a 280 segundos y la densidad entre valores de 1,0082 a 1,0132 g/ml

3.1.1 Operacionalización de variable

Tabla 12. Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	MÉTODO
Y= Elaboración de cerveza artesanal.	La elaboración de cerveza artesanal consta de tres etapas claramente definidas: cocimiento, fermentación y reposo. Es mediante uso de camote amarillo como sustitución parcial de malta de cebada.	Proporciones: %malta de cebada/%camot e amarillo.	- T1: 100,0%/0,0% - T2: 87,5% /12,5% - T3: 75,0% /25,0% - T4: 62,5%/37,5% - T5: 50,0%/50,0%	Instrumental
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	MÉTODO
X ₁ = Evaluación sensorial de la cerveza artesanal.	La evaluación sensorial es medir las características organolépticas de la cerveza artesanal elaborada mediante los sentidos humanos.	Proporción adecuada de camote amarillo. Características organolépticas	- % - Color - Olor - Sabor - Aceptabilidad	Instrumental Pruebas afectivas (escala hedónica).
X ₂ = Evaluación físicoquímico de la cerveza artesanal.	La evaluación físicoquímica es determinar los parámetros físicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada mediante métodos y equipos de laboratorio.	Parámetros físicoquímicos	-Grado Alcohólico -Color -pH -Acidez -Estabilidad de espuma - Densidad	A.O.A.C., 920.57, 2000 A.O.A.C., 976.08, 2000 A.O.A.C., 945.10, 2000 A.O.A.C, 950.07, 2000 EBC 9.42 MEBAK 2.9.2.1

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

Tipo investigación

La investigación realizada es de tipo aplicada. Se establecieron procedimientos experimentales los cuales arrojaron resultados que fueron medidos y cotejados en base a métodos establecidos.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental. La investigación realizada buscó determinar la posibilidad de elaborar cerveza artesanal con características organolépticas aceptables, propias de este tipo de producto, utilizando una mezcla de malta de cebada y camote amarillo.

4.2 Método de investigación

La investigación buscó elaborar cerveza artesanal mediante sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo, con características organolépticas aceptables y fisicoquímicos que cumplan las exigencias de normas nacional e internacional.

Las etapas de la investigación fueron las siguientes:

- En la primera etapa se elaboró cerveza artesanal mediante los procedimientos de elaboración como son cantidad de ingredientes, temperatura y tiempos. Se elaboró cerveza artesanal con sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones de: 100% de malta de cebada, 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo, 75% de malta de cebada más 25% de camote amarillo, 62,5% de malta de cebada más 37,5% de camote amarillo y 50% de malta de cebada más 50% de camote amarillo. Se determinó que la proporción de mejor característica organoléptica (color, olor, sabor y aceptabilidad) corresponden al tratamiento de 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo.
- En la segunda etapa, a partir de resultados obtenidos en la primera etapa, se elaboró cerveza artesanal con sustitución parcial de malta de cebada por

camote amarillo en proporciones de: 100% de malta de cebada, 97,0% de malta de cebada más 3,0% de camote amarillo, 94,0% de malta de cebada más 6,0% de camote amarillo, 91,0% de malta de cebada más 9,0% de camote amarillo y 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo. De acuerdo con el análisis de variancia de los resultados de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad se observó que no hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos elaborados de cerveza artesanal.

- De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera y segunda etapa, se realizó la tercera etapa donde se elaboró cerveza artesanal con una proporción de 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo y se determinaron los parámetros fisicoquímicos de: grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad.

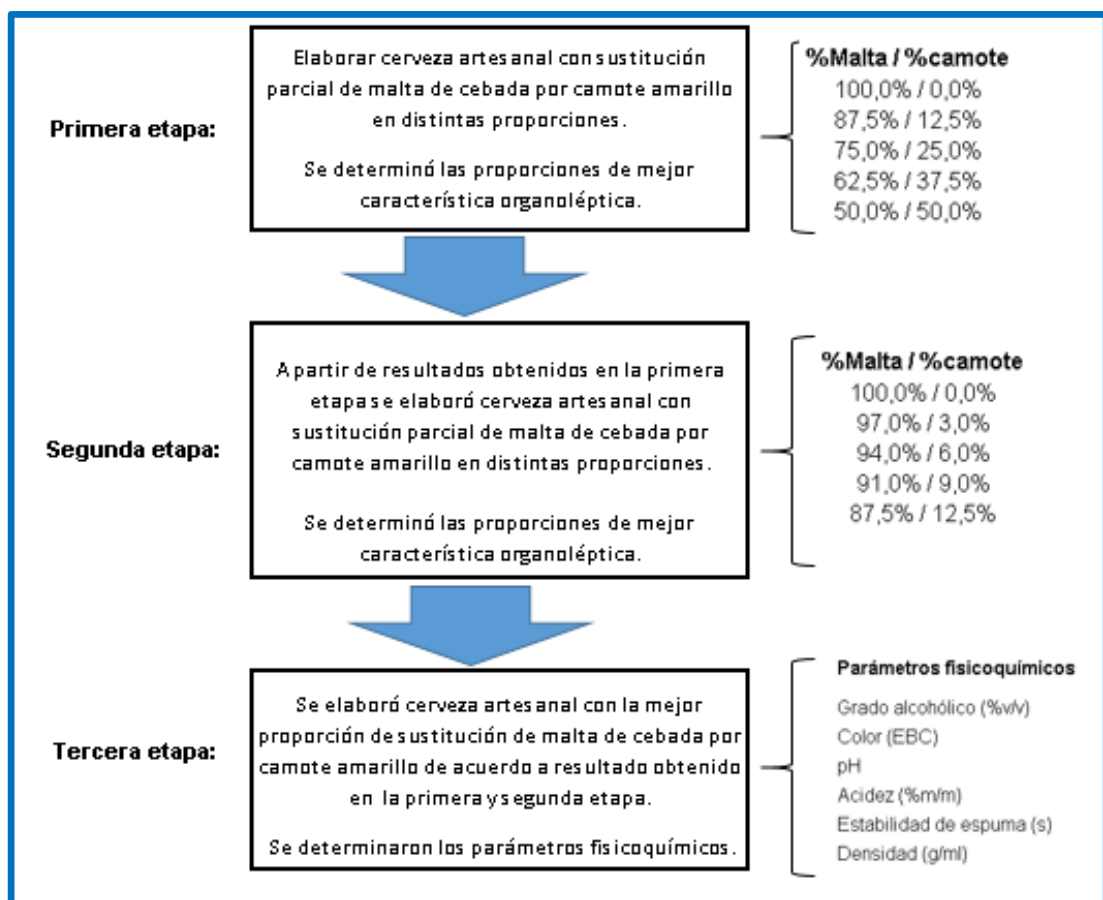


Figura 7. Etapas del proceso de la investigación.

Factores de estudio. Los factores de estudio fueron la proporción entre malta de cebada y camote amarillo en la evaluación de la elaboración de cerveza artesanal.

Tabla 13. *Porcentajes de mezcla de malta de cebada y de camote amarillo en la primera etapa.*

Tratamiento	Porcentaje de malta de cebada	Porcentaje de camote amarillo
T1	100,0%	0,0%
T2	87,5%	12,5%
T3	75,0%	25,0%
T4	62,5%	37,5%
T5	50,0%	50,0%

Tabla 14. *Porcentajes de mezcla de malta de cebada y de camote amarillo en la segunda etapa.*

Tratamiento	Porcentaje de malta de cebada	Porcentaje de camote amarillo
T1	100,0%	0,0%
T2	97,0%	3,0%
T3	94,0%	6,0%
T4	91,0%	9,0%
T5	87,5%	12,5%

Para poder cumplir con los objetivos planteados en la investigación, se elaboraron cerveza artesanal con diferentes proporciones de malta de cebada y camote amarillo. Para la elaboración de la cerveza artesanal se utilizaron los materiales, equipos, materia prima e insumos que se describen a continuación:

a) Materiales y equipos

Materiales para elaboración:

- Cocina industrial.
- Olla de acero inoxidable de 20 litros.
- Molino de mano
- Bolsa de maceración 60x60 cm
- Balde Fermentador de plástico de 20 litros con caño
- Colador.
- Airlock de plástico
- Enchapadora tipo cangrejo
- Árbol escurridor de 90 botellas
- Botellas de vidrio ámbar de 330 ml
- Tapas metálicas para botellas de vidrio

Materiales para análisis:

- Vasos de precipitación (250 ml.)
- Probeta 50 ml.
- Pipeta 10 ml.
- Pipeta 5 ml.
- Embudo.

Equipos para análisis:

- Equipo Alcozyzer Anton Paar con automuestreador y cable de conexión a PC.
- Espectrofotómetro con el ancho de banda recomendada de 0,5 a 1 nm.
- Centrífuga con una fuerza de 2000 G.
- Baño termostático de 20 +/- 0,5 °C.

- Celda espectrofotométrica, de cuarzo de 10 mm de recorrido.
- Potenciómetro con compensación de temperatura
- Bureta de 25 ml con precisión ($\pm 0,1$ ml).
- Equipo de medición de espuma Haffmans Nibem o Nibem T o Nibem TPH.
- Refractómetro de mano
- Termómetro digital
- Cronómetro
- Balanza analítica.
- Equipo medidor de espuma
- Agitador magnético marca ISOLAB

Reactivos para análisis

- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.
- Indicador (fenolftaleína.)
- Solución de iodo 0,02 N

b) Materia prima e insumos.

Materia prima.

- Malta de cebada: Best Pale Ale, Best Chocolate y Best Caramel Hell, distribuida por Cervecería Doña Cata S. A. C., María Del Triunfo, Lima, Lima.
- Camote: Camote amarillo: Obtenida del mercado de Huaral.
- Lúpulo: Lúpulo Cascade y lúpulo Chinook, distribuida por Cervecería Doña Cata S. A. C., María Del Triunfo, Lima, Lima.
- Agua. Agua potable del distrito de San Juan de Lurigancho y agua de mesa marca San Carlos obtenida en supermercado de Lima.

Insumos.

- Azúcar blanca obtenida en supermercado de Lima.
- Levadura cervecera: Levadura Safale US-05, distribuida por Cervecería Doña Cata S. A. C., María Del Triunfo, Lima, Lima.



Figura 8. Malta de cebada Best Pale Ale.



Figura 9. Malta de cebada Best Chocolate.



Figura 10. Malta de cebada Best Caramel Hell.



Figura 11. Lúpulo Cascade.



Figura 12. Lúpulo Chinook.



Figura 13. Levadura Safale US-05.



Figura 14. Botellas de vidrio ámbar de 330 ml



Figura 15. Tapas metálicas para botella de vidrio

Procedimiento para elaboración de cerveza artesanal:

La elaboración de cerveza artesanal consistió en:

a) Formulación de cerveza artesanal a elaborar.

Se realiza la formulación para elaborar cerveza artesanal tipo Ale. De acuerdo con la proporción que indica en la tabla 13 (primera etapa) y tabla 14 (segunda etapa), se determinaron las cantidades de los componentes de la cerveza artesanal como indica en tabla 15 (primera etapa) y tabla 16 (segunda etapa).

Tabla 15. *Formulación de cerveza artesanal de malta de cebada y de camote amarillo en la primera etapa.*

Material	Unidad	Tratamiento (%malta cebada / %camote)				
		T1	T2	T3	T4	T5
		100% 0%	87,5% 12,5%	75,0% 25,0%	62,5% 37,5%	50,0% 50,0%
Malta Pale Ale	Kg	4,0000	3,5000	3,0000	2,5000	2,0000
Malta Caramelo	Kg	1,0000	0,8750	0,7500	0,6250	0,5000
Malta Chocolate	Kg	0,1000	0,0875	0,0750	0,0625	0,0500
Camote amarillo	Kg	0,0000	0,6375	1,2750	1,9125	2,5500
Lúpulo Cascade	Kg	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160
Lúpulo Chinook	Kg	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080
Levadura Ale americana	Kg	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
Agua/malta= 3 : 1	L/Kg	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
Azúcar (sacarosa)	g/ L	6	6	6	6	6
Volumen cerveza	L	18	18	18	18	18

Tabla 16. *Formulación de cerveza artesanal de malta de cebada y de camote amarillo en la segunda etapa.*

Material	Unidad	Tratamiento (%malta cebada / %camote)				
		T1	T2	T3	T4	T5
		100% 0%	97,0% 3,00%	94,0% 6,00%	91,0% 9,00%	87,5% 12,50%
Malta Pale Ale	Kg	4,0000	3,8800	3,7600	3,6400	3,5000
Malta Caramelo	Kg	1,0000	0,9700	0,9400	0,9100	0,8750
Malta Chocolate	Kg	0,1000	0,0970	0,0940	0,0910	0,0875
Camote amarillo	Kg	0,0000	0,1530	0,3060	0,4590	0,6375
Lúpulo Cascade	Kg	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160	0,0160
Lúpulo Chinook	Kg	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080
Levadura Ale americana	Kg	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
Agua/malta= 3 : 1	L/Kg	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
Azúcar (sacarosa)	g/ L	6	6	6	6	6
Volumen cerveza	L	18	18	18	18	18

b) Pesado de malta de cebada

La malta de cebada comprada se procedió al pesado de acuerdo a la proporción que indica en la tabla 15 (primera etapa) y tabla 16 (segunda etapa).

c) Molienda de malta de cebada

La malta de cebada pesada se procedió a molienda mediante el molino de mano.



Figura 16. Molienda de la malta de cebada.

d) Clasificación, lavado, desinfección y enjuague de camote amarillo.

El camote amarillo procedente de la provincia de Huaral se seleccionó, se lavó y fue desinfectado con una solución de 100 ppm de hipoclorito de sodio por 3 minutos para su posterior enjuague hasta no tener residual de cloro.

e) Pelado y pesado de camote amarillo

Se extrajo toda la cáscara de los camotes amarillo, se pesó la cantidad necesaria de acuerdo con la proporción que indica en la tabla 15 (primera etapa) y tabla 16 (segunda etapa).

f) Cocción de camote amarillo

La cocción del camote amarillo fue a 90°C por 30 min.



Figura 17. Lavado, desinfección, pelado y pesado de camote amarillo.



Figura 18. Cocción de camote amarillo.

g) Macerado

- Para la elaboración de la cerveza artesanal se usa agua mezcla de agua potable del distrito de San Juan de Lurigancho y agua de mesa marca San Carlos obtenida en supermercado de Lima. La relación usada en la mezcla de agua es de 1:1. Los resultados fisicoquímicos de la mezcla de agua se muestran en ANEXO 14.
- Se calienta 30 L de agua a 65 °C.
- Se agrega la malta de cebada molida y camote cocido. Se agrega la proporción de malta de cebada y camote amarillo de acuerdo con la tabla 15 (primera etapa) y tabla 16 (segunda etapa).
- La proporción usado de agua y malta fue de 3 partes de agua por 1 parte de malta.
- Se incrementó la temperatura hasta 63 °C y se mantuvo un rango de temperatura entre 62 a 65°C durante 60 minutos.
- Se elevó la temperatura hasta los 72°C y se mantuvo un rango de temperatura entre 70 a 75°C durante en 20 minutos.
- Luego se dio una elevación de la temperatura hasta 77°C y se mantuvo un rango de temperatura entre 75 a 78°C durante, cuando el mosto alcanzó estas condiciones se empezó a recircular durante 20 minutos.
- Luego se agregaron 10 L de agua a una temperatura de 70°C y se recirculo nuevamente durante 5 minutos.
- Separar el bagazo (afrecho).

La curva de maceración se muestra en figura 19.

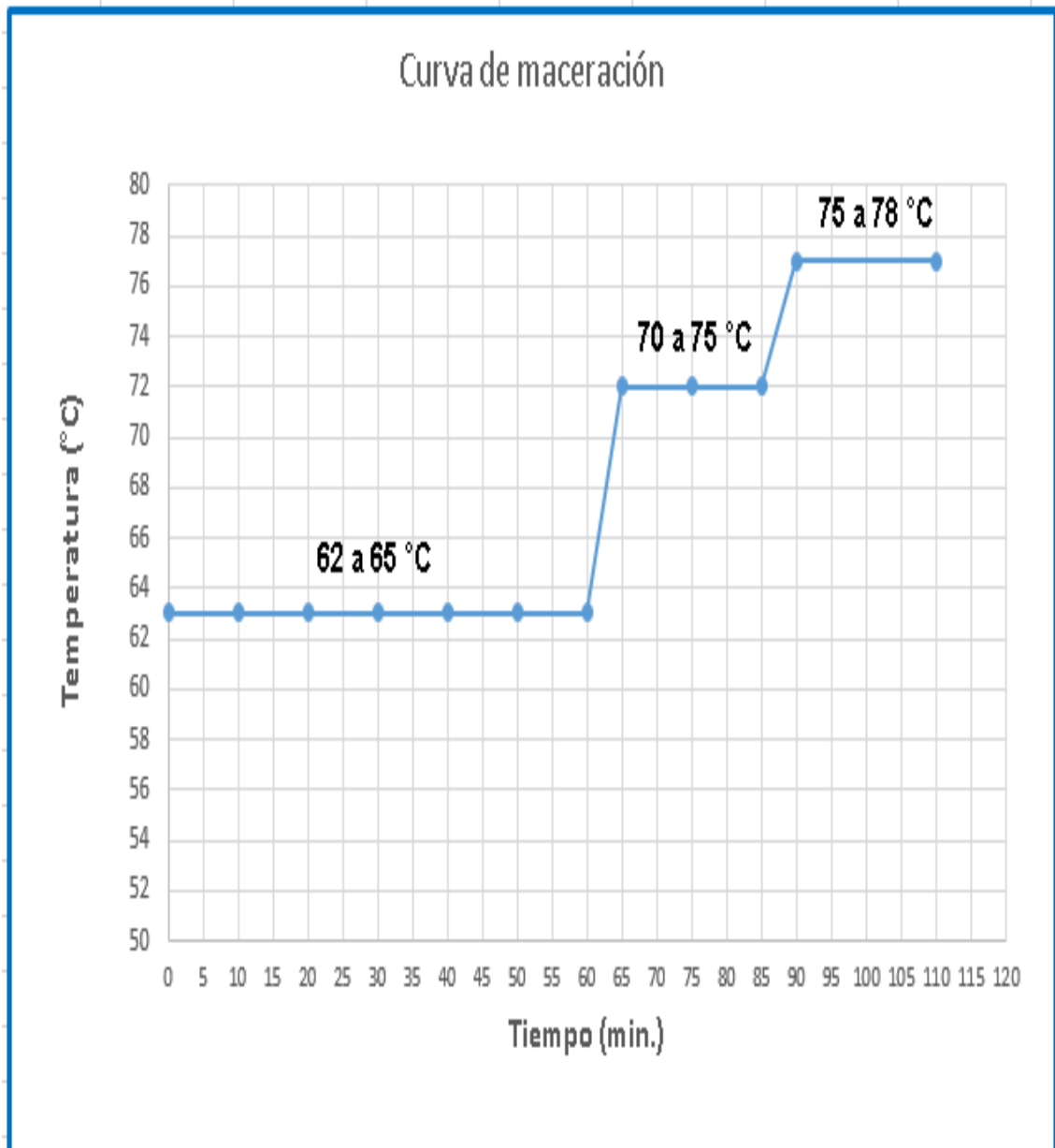


Figura 19. Curva de maceración.



Figura 20. Ollas de macerado y cocción.



Figura 21. Agua caliente.



Figura 22. Macerado.



Figura 23. Bagazo (afrecho).

h) Cocción de mosto

- Se realizó la cocción del mosto durante 1 hora.
- A los 15 minutos de transcurrido el tiempo de cocción se agregó 8 g de Lúpulo Chinook, a los 45 minutos se agregó el 8 g de Lúpulo Cascade y a los 55 nuevamente 8 g de Lúpulo Cascade.

- Luego se removió en forma circular por 20 minutos con la ayuda de una pala de acero inoxidable con el objetivo de que los lúpulos se concentraran en el centro de la olla de cocción.



Figura 24. Cocción de mosto.

i) Enfriamiento

Mediante agua potable y hielo se bajó la temperatura del mosto hasta 25°C.



Figura 25. Enfriamiento de mosto.

j) Fermentación

- El mostro frío fue almacenado en el balde fermentador.
- Se añadió la levadura Safale US-05 que fue previamente iniciada en 250 mL del mosto a una temperatura de 25°C con agitación de 10 minutos en un recipiente.
- Se realizaron mediciones de temperatura del ambiente del lugar de fermentación; siendo el valor promedio de 20,7 °C, máximo de 21,5 °C y mínimo de 19,8 °C. El comportamiento de temperatura se muestra en anexo 02.
- Se determinó el final de la fermentación por las medidas de extracto y alcohol de la cerveza, siendo el promedio de 170 horas (7 días). El comportamiento de extracto y alcohol de la cerveza se muestran en anexo 03 y anexo 04.



Figura 26. Preparación de Levadura y adición a tanque fermentador.



Figura 27. Fermentación de cerveza

k) Maduración

Transcurrido el tiempo de fermentación se extrajo parte del sedimento producido durante la fermentación y se la dejó madurar por 2 días.

Se agrega azúcar 6 gramos/litro de cerveza antes del envasado.

l) Envasado

- Se realizó el envasado en envase de vidrio ámbar de capacidad 330 ml.
- Luego se realiza taponado con tapa metálica mediante una enchapadora tipo cangrejo.



Figura 28. Envasado de cerveza en botella 330 ml y taponado con tapa metálica.

m) Almacenado

El almacenado se realiza durante 7 días a temperatura ambiente. Durante el almacenado por acción de las levaduras restantes se realiza una segunda fermentación la cual ayuda a la producción de dióxido de carbono, espuma, acentúa los aromas y sabores.



Figura 29. Cerveza artesanal de Tratamiento 1 (T1)



Figura 30. Cerveza artesanal de Tratamiento 2 (T2).



Figura 31. Cerveza artesanal de Tratamiento 3 (T3).



Figura 32. Cerveza artesanal de Tratamiento 4 (T4).



Figura 33. Cerveza artesanal de Tratamiento 5 (T5).

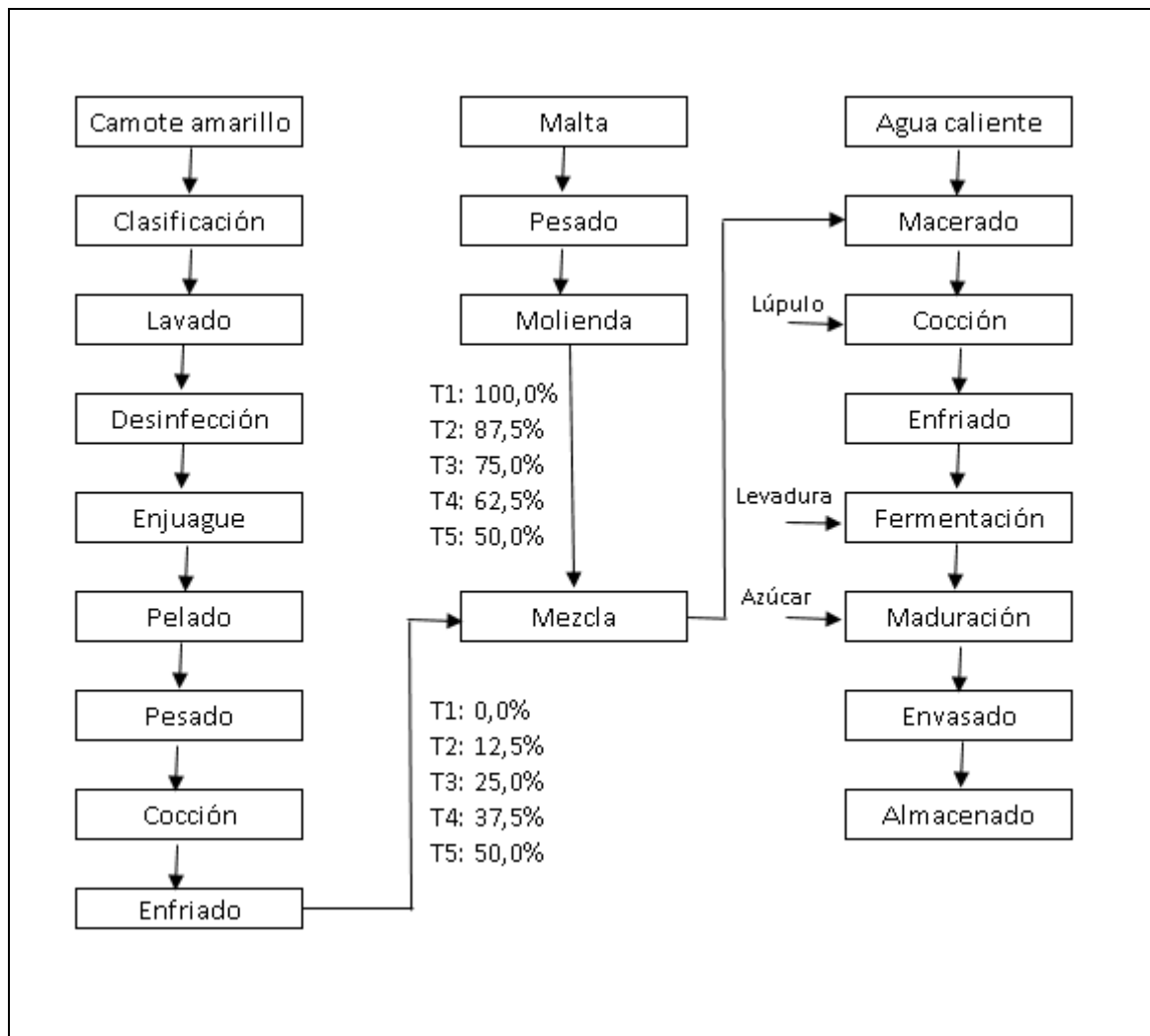


Figura 34. Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal (primera etapa).

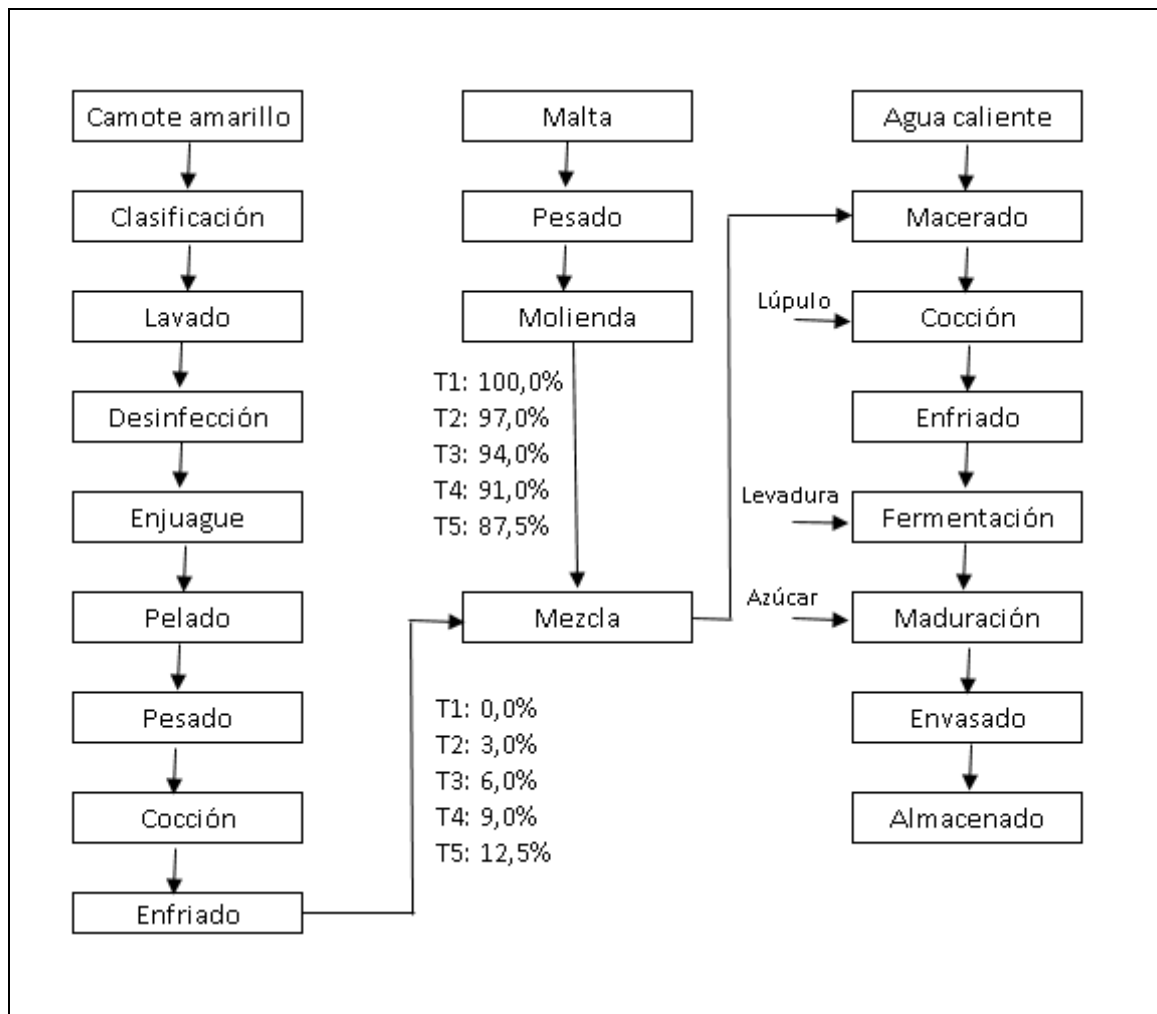


Figura 35. Diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal (segunda etapa).

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

No definida.

4.3.2 Muestra

Constituida por 25 Kg de camote amarillo de procedencia de la provincia de Huaral (mercado) y 50 Kg de malta de cebada adquirida de la Cervecería Doña Cata S. A. C., ubicada en el distrito de María del Triunfo de la ciudad de Lima.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

Lugar de estudio

La elaboración de cerveza artesanal se realizó en un ambiente acondicionado ubicado en la Urbanización 15 de Enero (Mz CH2, lote 32) del distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de la empresa CBC Peruana S.A.C., ubicado en el Centro Poblado Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

La evaluación sensorial se realizó en el distrito de San Juan de Lurigancho, con 30 personas residentes en dicho distrito.

Periodo desarrollado

Se desarrolló la investigación durante los meses de marzo a diciembre del año 2021, en un periodo de 10 meses.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1 Técnicas

a) Análisis organoléptico

Se realizaron análisis organoléptico mediante pruebas afectivas (escala hedónica), de la cerveza artesanal a elaborar, de acuerdo con la Tabla 17.

Tabla 17. Análisis organoléptico (escala hedónica)

CARACTERÍSTICA	PUNTAJE	DEFINICIÓN
Color, olor, sabor y aceptabilidad.	1	Me disgusta mucho
	2	Me disgusta poco
	3	No me gusta ni me disgusta
	4	Me gusta poco
	5	Me gusta mucho

c) Análisis fisicoquímico

Los parámetros fisicoquímicos para evaluar a la cerveza artesanal se determinaron de acuerdo a la importancia que fueron mencionados en las investigaciones por diversos autores nacionales e internacionales. Los parámetros fisicoquímicos determinados son: Grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad. Estos parámetros fueron seleccionados tal como se muestra en el ANEXO 07.

Se realizaron análisis fisicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada de acuerdo con la Tabla 18.

Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos

Parámetro fisicoquímico	Unidades	Método
Grado alcohólico	%v/v	A.O.A.C., 920.57, 20000
Color	EBC	A.O.A.C., 976.08, 2000
pH	-	A.O.A.C., 945.10, 2000
Acidez	% m/m	A.O.A.C, 950.07, 2000
Estabilidad de espuma	s	EBC 9.42
Densidad	g/ml	MEBAK 2.9.2.1

4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información

La recolección de la información se realizó mediante guías de laboratorio para: Análisis organoléptico (color, olor, sabor y aceptabilidad) y análisis fisicoquímicos (grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad).

a) Análisis organoléptico.

Se realizaron la evaluación sensorial de la cerveza artesanal mediante uso de la escala hedónica, mediante 30 jueces no entrenados.

Cada juez dio su consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestras de cerveza artesanal de camote amarillo, indicando el conocimiento que el producto contiene alcohol y que no padece de alguna enfermedad hepática; registrando su consentimiento en formato descrito en ANEXO 05.

Se realiza la evaluación sensorial mediante formato indicado en ANEXO 06.

b) Determinación de Grado alcohólico (%).

La determinación de grado alcohólico se realizó con el equipo Alcolyzer de marca Anton Paar, mediante el manual de operación del equipo. Este equipo sirve para determinar los parámetros de grado alcohólico y densidad de la cerveza artesanal.

Se determinó el grado alcohólico de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 08.



Figura 36. Equipo Alcolyzer de marca Anton Paar.

c) Determinación de Color (EBC).

La medición de absorbancias se realiza con el equipo Espectrofotómetro modelo DR5000 de marca Hach, mediante el manual de operación del equipo.

Se determinó el color de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 09.



Figura 37. Equipo Espectrofotómetro DR5000 marca Hach.

d) Determinación de pH.

Se realizar la medición del pH de la cerveza artesanal usando el equipo potenciómetro digital modelo 913 de marca Metrohm, mediante el manual de operación del equipo.

Se determinó el pH de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 10.



Figura 38. Equipo potenciómetro digital 913, marca Metrohm.

e) Determinación de Acidez (%).

La determinación de acidez se realiza con solución de hidróxido de sodio 0,1 N, bureta automática, agitador magnético marca ISOLAB y el equipo potenciómetro digital modelo 913 de marca Metrohm.

Se determinó la acidez de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 11.



Figura 39. Bureta automática.



Figura 40. Agitador magnético marca ISOLAB.

f) Determinación de estabilidad de espuma (s).

Se realizar la medición de la estabilidad de espuma de la cerveza artesanal usando el equipo Nibem TPH de marca Haffmans, mediante el manual de operación del equipo.

Se determinó la estabilidad de espuma de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 12.



Figura 41. Equipo Nibem TPH, marca Haffmans.

g) Determinación de densidad (g/ml).

Se realiza medición de la densidad usando el equipo Alcolyzer de marca Anton Paar, mediante el manual de operación del equipo.

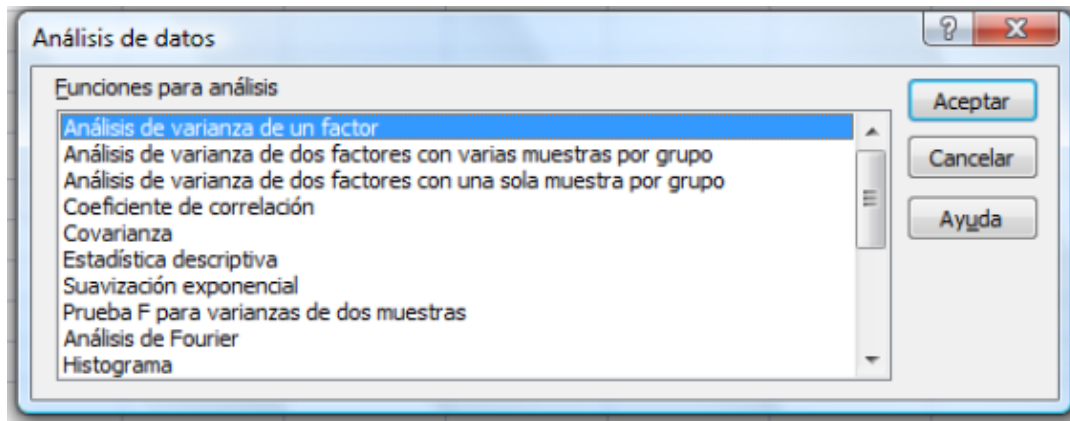
Se determinó la densidad de la cerveza artesanal mediante el método de análisis descrito en ANEXO 08.

4.6 Análisis y procedimientos de datos

Los datos obtenidos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre los tratamientos. Se empleó el Microsoft Excel.

El resultado de análisis de varianza se determinó mediante el Microsoft Excel. ANOVA en Microsoft Excel, se determina buscando la pestaña DATOS y en ella se abre Análisis de Datos (si no aparece este complemento será necesario

instalarlo previamente), luego se selecciona el tipo de análisis que se desea; en nuestro caso, Análisis de varianza de un factor.



Luego muestra el siguiente resultado:

	A	B	C	D	E	F	G	H
122								
123		Análisis de varianza de un factor						
124								
125		RESUMEN						
126		<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
127		T1	30	110	3.666666667	0.43678161		
128		T2	30	113	3.766666667	0.25402299		
129		T3	30	124	4.133333333	0.533333333		
130		T4	30	79	2.633333333	0.3091954		
131		T5	30	79	2.633333333	0.3091954		
132								
133								
134		ANÁLISIS DE VARIANZA						
135		<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
136		Entre grupos	57.4	4	14.35	38.941048	0.00	2.43406514
137		Dentro de los grupos	53.433333	145	0.368505747			
138								
139		Total	110.83333	149				

Prueba de Tukey:

En esta prueba se determina las diferencias entre las medias de las muestras y se comparan con una denominada “Diferencia honestamente significativa”

(HSD), que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$HSD = \text{Multiplicador} * \sqrt{\frac{MSe}{n}}$$

Donde:

Multiplicador: valor obtenido en la Tabla Tukey (Valor $Q\alpha$)

MSe : Cuadrado medio de error (media cuadrática DENTRO de los grupos)

n : tamaño de la muestra en los grupos.

El “multiplicador” o valor de alfa (α) se busca en la Tabla Tukey (ANEXO 13), en la intersección entre la fila de G.L. de la variación DENTRO de los grupos (error) y la columna correspondiente al número de grupos o tratamientos.

4.7 Aspectos Éticos en Investigación

En relación a la ética en la investigación se tuvo en cuenta el consentimiento informado, la credibilidad y la confidencialidad.

- Consentimiento informado: Se solicitó a los participantes de la investigación a través del documento de consentimiento libre y esclarecido. Para la evaluación sensorial de las muestras de la cerveza artesanal elaborada se realizó con el consentimiento de cada persona que participaron en dichas sesiones, en donde señalaron que tienen conocimiento que el producto contiene alcohol y además no padecen de enfermedad hepática. Se adjunta el documento de consentimiento (ANEXO 19).
- Credibilidad: Para que la investigación tenga credibilidad respecto a las evaluaciones fisicoquímicas de la cerveza artesanal se tuvo la autorización de la empresa CBC Peruana S.A.C. Para el desarrollo de la investigación se contó con la autorización de la empresa CBC Peruana S.A.C., donde se me brindó el uso de sus instalaciones, equipos, materiales y reactivos del laboratorio, para realizar los análisis fisicoquímicos de las muestras de la cerveza artesanal elaborada. Se adjunta el documento de consentimiento y constancia firmado por el jefe de Calidad de Planta Huachipa de dicha empresa (ANEXO 19 y ANEXO 20).

- Confidencialidad: Lo manifestado por los trabajadores de la empresa CBC Peruana S.A.C. respecto al proceso de elaboración de cerveza y parámetros que utilizan para las evaluaciones no pueden ser revelados, sólo se usaron para tener como referencia en el desarrollo de la investigación. Además no se realizó la toma fotográfica de las instalaciones porque está prohibido por política de la empresa.

V. RESULTADOS

Los resultados de la investigación desarrollada se muestran a continuación:

5.1 Resultados descriptivos

5.1.1 Evaluación sensorial de la primera etapa

La composición del panel sensorial de la evaluación sensorial para la primera etapa se muestra en Tabla 19.

Tabla 19. *Composición de panel sensorial de evaluación primera etapa*

Género	Número de participantes	Edad
Masculino	17	18 - 68
Femenino	13	20 - 65

La cantidad de muestras de tratamientos de la primera etapa de la elaboración de cerveza artesanal se indican en la Tabla 20.

Tabla 20. *Cantidad de muestras de tratamiento de la primera etapa*

Tratamientos	Código de muestra	% malta de cebada	% camote amarillo
Tratamiento 1	T1	100,0%	0,0%
Tratamiento 2	T2	87,5%	12,5%
Tratamiento 3	T3	75,0%	25,0%
Tratamiento 4	T4	62,5%	37,5%
Tratamiento 5	T5	50,0%	50,0%

El orden de las muestras presentadas a los jueces en la evaluación sensorial de la primera etapa es como indica en la Figura 42, en donde se ordenan las muestras de izquierda a derecha.



Figura 42. Orden presentación de las muestras en evaluación sensorial (primera etapa)

La cerveza artesanal elaborada en la primera etapa fueron 5 tratamientos como indica en Tabla 20, con la sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (% malta de cebada/camote amarillo): T1 (100/0), T2 (87,5/12,5), T3 (75,0/25,0), T4 (62,5/37,5) y T5 (50,0/50,0), se realizó la evaluación sensorial con 30 jueces no entrenados empleado escala hedónica de 5 puntos: (1= me disgusta mucho, 2= me disgusta poco, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta poco, 5= me gusta mucho), con las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad. Los resultados obtenidos se muestran en ANEXO 15.

En la Tabla 21 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de color para los 5 tratamientos de la primera etapa.

Tabla 21. Promedio de la característica organoléptica de color de la cerveza artesanal (primera etapa)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,3	4,3	3,4	2,4	2,4
Escala	Me gusta poco	Me gusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco

En la Tabla 22 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de olor para los 5 tratamientos de la primera etapa.

Tabla 22. Promedio de la característica organoléptica de olor de la cerveza artesanal (primera etapa)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,4	4,5	3,2	2,4	2,4
Escala	Me gusta poco	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco

En la Tabla 23 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de sabor para los 5 tratamientos de la primera etapa.

Tabla 23. Promedio de la característica organoléptica de sabor de la cerveza artesanal (primera etapa)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,6	4,5	3,3	2,3	2,3
Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco

En la Tabla 24 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la aceptabilidad de la cerveza artesanal para los 5 tratamientos de la primera etapa.

Tabla 24. Promedio de la aceptabilidad de la cerveza artesanal (primera etapa)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,7	4,6	3,4	2,4	2,3
Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco

5.1.2 Evaluación sensorial de la segunda etapa

La composición del panel sensorial de la evaluación sensorial para la segunda etapa se muestra en Tabla 25.

Tabla 25. *Composición de panel sensorial de evaluación segunda etapa*

Género	Número de participantes	Edad
Masculino	15	18 - 72
Femenino	15	20 - 68

La cantidad de muestras de tratamientos de la segunda etapa de la elaboración de cerveza artesanal se indican en la Tabla 26.

Tabla 26. *Cantidad de muestras de tratamiento de la segunda etapa*

Tratamientos	Código de muestra	% malta de cebada	% camote amarillo
Tratamiento 1	T1	100,0%	0,0%
Tratamiento 2	T2	97,0%	3,0%
Tratamiento 3	T3	94,0%	6,0%
Tratamiento 4	T4	91,0%	9,0%
Tratamiento 5	T5	87,5%	12,5%

El orden de las muestras presentadas a los jueces en la evaluación sensorial de la segunda etapa es como indica en la Figura 43, en donde se ordenan las muestras de izquierda a derecha



Figura 43. Orden presentación de las muestras en evaluación sensorial (segunda etapa)

La cerveza artesanal elaborada en la segunda etapa fueron 5 tratamientos como indica en Tabla 26, con la sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (% malta de cebada/camote amarillo): T1 (100/0), T2 (97,0/3,0), T3 (94,0/6,0), T4 (91,0/9,0) y T5 (87,5/12,5), se realizó la evaluación sensorial con 30 jueces no entrenados empleado escala hedónica de 5 puntos: (1= me disgusta mucho, 2= me disgusta poco, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta poco, 5= me gusta mucho), con las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad. Los resultados obtenidos se muestran en ANEXO 16.

En la Tabla 27 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de color para los 5 tratamientos de la segunda etapa.

Tabla 27. Promedio de la característica organoléptica de color de la cerveza artesanal (segunda etapa)

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,5	4,5	4,2	4,3	4,4
Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco

En la Tabla 28 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de olor para los 5 tratamientos de la segunda etapa.

Tabla 28. Promedio de la característica organoléptica de olor de la cerveza artesanal (segunda etapa).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,5	4,3	4,3	4,3	4,4
Escala	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco

En la Tabla 29 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la característica organoléptica de sabor para los 5 tratamientos de la segunda etapa.

Tabla 29. Promedio de la característica organoléptica de sabor de la cerveza artesanal (segunda etapa).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,4	4,5	4,6	4,5	4,5
Escala	Me disgusta poco	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho

En la Tabla 30 se muestran los promedios de la evaluación sensorial correspondiente a la aceptabilidad de la cerveza artesanal para los 5 tratamientos de la primera etapa.

Tabla 30. Promedio de la aceptabilidad de la cerveza artesanal (segunda etapa).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Promedio	4,6	4,4	4,6	4,4	4,5
Escala	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta mucho

5.1.3 Evaluación fisicoquímico de la tercera etapa

La cerveza artesanal elaborada en la tercera etapa con la proporción de camote amarillo como sustitución de malta de cebada más aceptado por los jueces en las evaluaciones sensoriales de la primera y segunda etapa, es decir el tratamiento de 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos de grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad. Los resultados fisicoquímicos obtenidos se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. Resultado fisicoquímico de la cerveza artesanal elaborada (87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo).

N° análisis	Grado alcohólico (%v/v)	Color (EBC)	pH	Acidez (% m/m)	Estabilidad de espuma (s)	Densidad (g/ml)
1	5,03	22,41	4,07	0,191	217	1,0089
2	5,02	22,33	4,09	0,189	219	1,0091
3	5,03	22,36	4,06	0,187	213	1,0091
4	5,02	22,38	4,07	0,191	221	1,0091
5	5,03	22,43	4,06	0,189	214	1,0091
6	5,03	22,36	4,09	0,191	217	1,0090
7	5,02	22,41	4,08	0,193	219	1,0089
8	5,03	22,33	4,07	0,191	213	1,0090
9	5,02	22,38	4,09	0,193	221	1,0091
10	5,03	22,36	4,06	0,193	214	1,0091
Promedio	5,03	22,38	4,07	0,191	217	1,0090
Máximo	5,03	22,43	4,09	0,193	221	1,0091
Mínimo	5,02	22,33	4,06	0,187	213	1,0089
Requisitos (*)	Mínimo 0,5	< 30	3,0 a 4,8	Máximo 0,3	-	1,0082 – 1,0132

Nota: (*) Los requisitos fisicoquímicos de la cerveza se encuentra en Tabla 10.

La Tabla 31 muestra que para la cerveza artesanal evaluada que los valores obtenidos, para los parámetros fisicoquímicos de grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad, cumplen con los requisitos fisicoquímicos de las normas nacional e internacional. En esta investigación se consideraron los requisitos fisicoquímicos para cerveza mencionados en la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones), Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos) y requisitos para cerveza Ale Americana Pálida (APA), según Beer Judge Certification Program (BJCP), Guía de estilos de cerveza 2015.



Figura 44. Cerveza artesanal elaborada con 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo.

5.1.4 Análisis de la estadística descriptiva de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad

En la Tabla 32 se muestra el análisis estadístico $X \pm s$ (media \pm desviación estándar) del resultado de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad para los 5 tratamientos correspondientes a la primera etapa.

Tabla 32. Análisis estadístico de características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad (primera etapa)

Características organolépticas		Tratamiento (%malta cebada / %camote)				
		T1	T2	T3	T4	T5
		100% 0%	87,5% 12,5%	75,0% 25,0%	62,5% 37,5%	50,0% 50,0%
Color	$X \pm s$	4,3 \pm 0,48	4,3 \pm 0,45	3,4 \pm 0,76	2,4 \pm 0,61	2,4 \pm 0,63
	Escala	Me gusta poco	Me gusta poco	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco
Olor	$X \pm s$	4,4 \pm 0,49	4,5 \pm 0,51	3,2 \pm 0,68	2,4 \pm 0,59	2,4 \pm 0,63
	Escala	Me gusta poco	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco
Sabor	$X \pm s$	4,6 \pm 0,49	4,5 \pm 0,51	3,3 \pm 0,88	2,3 \pm 0,61	2,3 \pm 0,55
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco
Aceptabilidad	$X \pm s$	4,7 \pm 0,48	4,6 \pm 0,50	3,4 \pm 0,90	2,4 \pm 0,63	2,3 \pm 0,58
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta poco

En la Figura 45 se presentan la comparación de promedio de los cinco tratamientos correspondiente a la primera etapa, en donde se muestra que las muestras T1 y T2 no fueron diferentes a la percepción de los jueces en las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad de la cerveza artesanal.

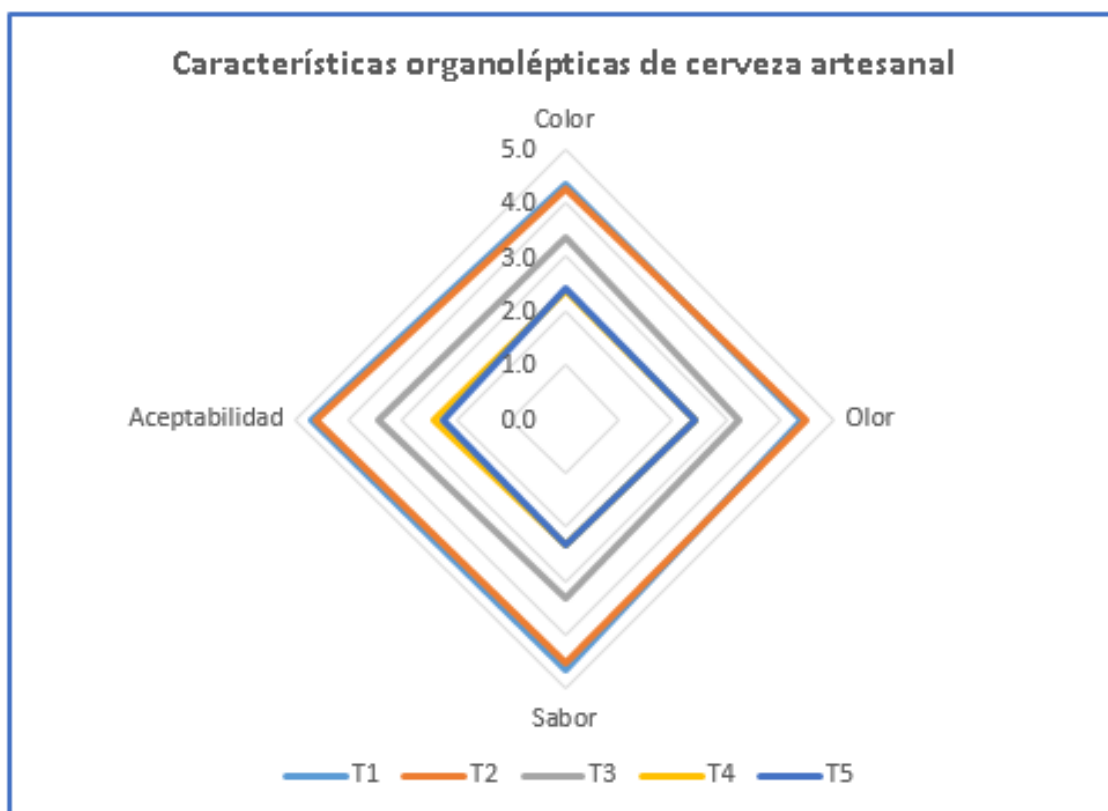


Figura 45. Comparación de promedio de los cinco tratamientos (primera etapa)

En la Figura 46 se presenta la comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos correspondiente a la primera etapa, en donde se muestra que para los tratamientos T1 y T2 se obtuvieron valores promedios mayores a los otros tres tratamientos para las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad.

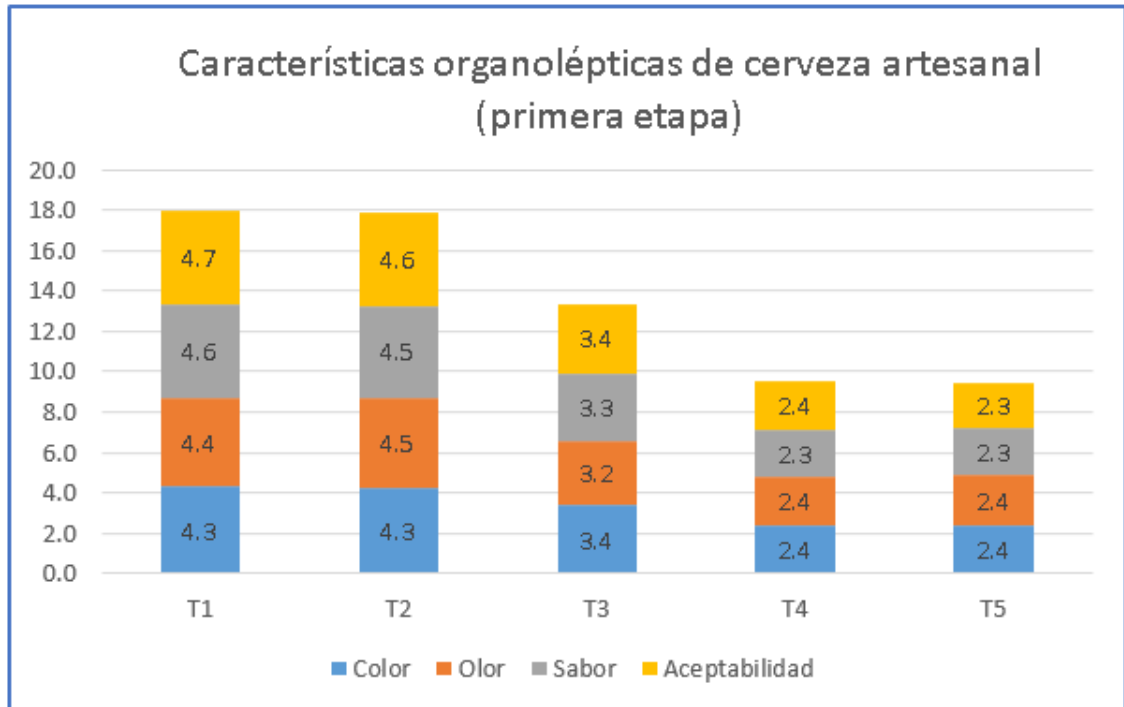


Figura 46. Comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos (primera etapa)

En la Tabla 33 se muestra el análisis estadístico $X \pm s$ (media \pm desviación estándar) del resultado de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad para los 5 tratamientos correspondientes a la segunda etapa.

Tabla 33. Análisis estadístico de características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad (segunda etapa)

Características organolépticas		Tratamiento (%malta cebada / %camote)				
		T1 100% 0%	T2 97,0% 3,0%	T3 94,0% 6,0%	T4 91,0% 9,0%	T5 87,5% 12,5%
Color	$X \pm s$	4,5 \pm 0,68	4,5 \pm 0,78	4,2 \pm 1,19	4,3 \pm 1,02	4,4 \pm 1,01
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco
Olor	$X \pm s$	4,5 \pm 0,78	4,3 \pm 0,92	4,3 \pm 1,05	4,3 \pm 0,99	4,4 \pm 1,03
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco	Me gusta poco
Sabor	$X \pm s$	4,4 \pm 1,22	4,5 \pm 0,73	4,6 \pm 0,73	4,5 \pm 0,99	4,5 \pm 0,82
	Escala	Me gusta poco	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Aceptabilidad	$X \pm s$	4,6 \pm 0,73	4,4 \pm 0,89	4,6 \pm 0,72	4,4 \pm 0,97	4,5 \pm 0,78
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta mucho	Me gusta poco	Me gusta mucho

En la Figura 47 se presentan la comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos de la segunda etapa, en donde se muestra que se obtuvieron valores promedios similares para todos los tratamientos.

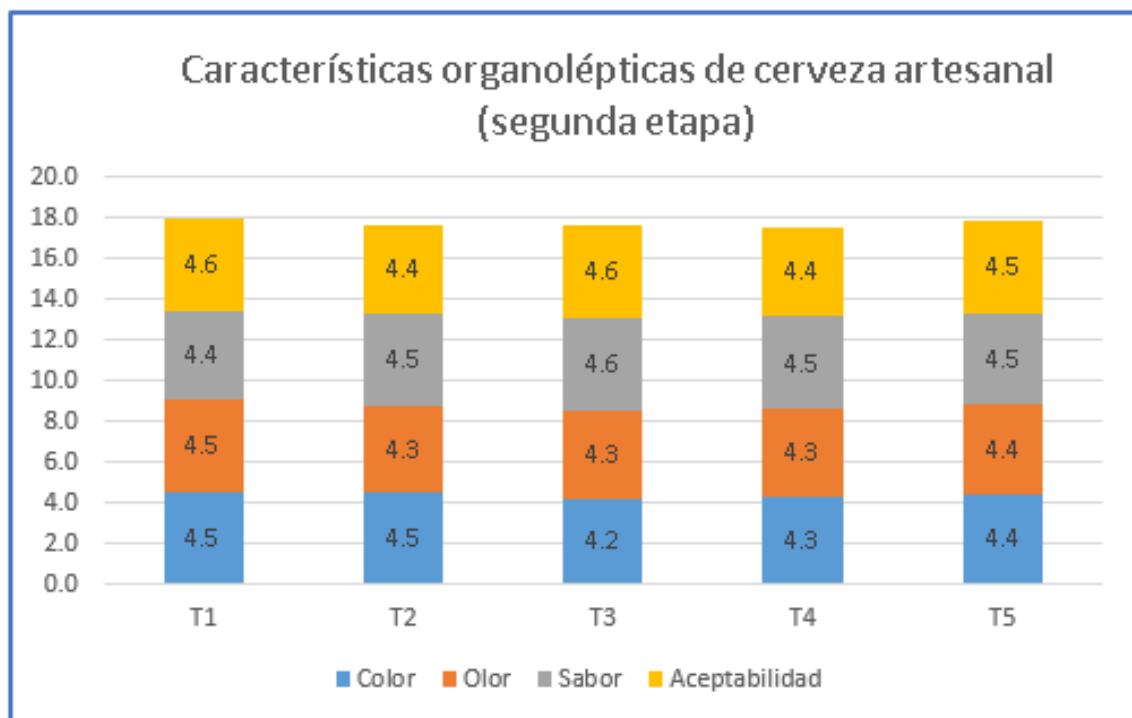


Figura 47. Comparación de resultados promedio de las características organolépticas de los cinco tratamientos (segunda etapa)

5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 Evaluación sensorial de la primera etapa

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial (ANEXO15) se procedieron al análisis estadístico de los datos, mediante análisis de varianza y prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%

En las Tablas 34, 36, 38 y 40 se muestran los resultados de los análisis de varianza para las características organolépticas de color, olor, sabor, y aceptabilidad.

Tabla 34. Resultado de análisis de varianza para color (primera etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado > F crítico?
Entre grupos	108,4400	4	27,1100	75,8383	2,4341	Si
Dentro de los grupos	51,8333	145	0,3575			
TOTAL	160,2733	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se rechaza la hipótesis nula (H_0), aceptando la hipótesis alternativa (H_1).

H_1 : Si existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 34, se observa que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencia significativa con respecto a la característica organoléptica de color entre los tratamientos.

Para determinar entre que tratamientos se da dicha diferencia se aplicó la prueba de Tukey para un nivel de significancia de 5%, (150 - 5) tratamientos y (5 - 1) grados de libertad de la tabla de Tukey modificada se obtiene $T = 3,86$

Operando con los resultados del ANEXO 15 se obtiene el valor de 0,4214 como diferencia mínima significativa común de Tukey a todos los tratamientos.

En la Tabla 35 se presentan los resultados para determinar entre que tratamientos existe diferencia significativa para la característica color. De dicho cuadro se observa que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos T1 – T3, T1 - T4, T1 - T5, T2 – T3, T2 - T4, T2 - T5, T3 - T4 y T3 - T5. Por lo que se concluye que la proporción de camote amarillo influye sobre el color de la cerveza artesanal elaborada. La diferencia mayor se encuentra entre los tratamientos T1 – T4 y las muestras más aceptadas o apreciadas son las muestras T1 y T2.

Tabla 35. Resultados de la prueba de Tukey para color (primera etapa)

Tratamiento	I Diferencia I	Comparativo	HSD (Comparador)	Diferencia	Resultado
T1 - T2	0,0667	<	0,4214	No	Son iguales
T1 - T3	0,9667	>	0,4214	Si	No son iguales
T1 - T4	1,9667	>	0,4214	Si	No son iguales
T1 - T5	1,9000	>	0,4214	Si	No son iguales
T2 - T3	0,9000	>	0,4214	Si	No son iguales
T2 - T4	1,9000	>	0,4214	Si	No son iguales
T2 - T5	1,8333	>	0,4214	Si	No son iguales
T3 - T4	1,0000	>	0,4214	Si	No son iguales
T3 - T5	0,9333	>	0,4214	Si	No son iguales
T4 - T5	0,0667	<	0,4214	No	Son iguales

Tabla 36. Resultado de análisis de varianza para olor (primera etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado > F crítico?
Entre grupos	119,0400	4	29,7600	88,9121	2,4341	Si
Dentro de los grupos	48,5333	145	0,3347			
TOTAL	167,5733	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se rechaza la hipótesis nula (H_0), aceptando la hipótesis alternativa (H_1).

H_1 : Si existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 36, se observa que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencia significativa con respecto a la característica olor entre los tratamientos.

Para determinar entre que tratamientos se da dicha diferencia se aplicó la prueba de Tukey para un nivel de significancia de 5%, (150 - 5) tratamientos y (5 - 1) grados de libertad de la tabla de Tukey modificada se obtiene $T = 3,86$.

Operando con los resultados del ANEXO 15 se obtiene el valor de 0,4077 como diferencia mínima significativa común de Tukey a todos los tratamientos.

En la Tabla 37 se presentan los resultados para determinar entre que tratamientos existe diferencia significativa para la característica olor. De dicho cuadro se observa que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos T1 – T3, T1 - T4, T1 - T5, T2 – T3, T2 - T4, T2 - T5, T3 - T4 y T3 - T5. Por lo que se concluye que la proporción de camote amarillo influye sobre el olor de la cerveza artesanal elaborado. La diferencia mayor se encuentra entre los tratamientos T2 – T4 y T2 – T5 y las muestras más aceptadas o apreciadas son las muestras T1 y T2.

Tabla 37. Resultados de la prueba de Tukey para olor (primera etapa)

Tratamiento	Diferencia	Comparativo	HSD (Comparador)	Diferencia	Resultado
T1 - T2	0,1000	<	0,4077	No	Son iguales
T1 - T3	1,1333	>	0,4077	Si	No son iguales
T1 - T4	1,9333	>	0,4077	Si	No son iguales
T1 - T5	1,9333	>	0,4077	Si	No son iguales
T2 - T3	1,2333	>	0,4077	Si	No son iguales
T2 - T4	2,0333	>	0,4077	Si	No son iguales
T2 - T5	2,0333	>	0,4077	Si	No son iguales
T3 - T4	0,8000	>	0,4077	Si	No son iguales
T3 - T5	0,8000	>	0,4077	Si	No son iguales
T4 - T5	0,0000	<	0,4077	No	Son iguales

Tabla 38. Resultado de análisis de varianza para sabor (primera etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado $>$ F crítico?
Entre grupos	152,4000	4	38,1000	97,8943	2,4341	Si
Dentro de los grupos	56,4333	145	0,3892			
TOTAL	208,8333	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se rechaza la hipótesis nula (H_0), aceptando la hipótesis alternativa (H_1).

H_1 : Si existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 38, se observa que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencia significativa con respecto a la característica sabor entre los tratamientos.

Para determinar entre que tratamientos se da dicha diferencia se aplicó la prueba de Tukey para un nivel de significancia de 5%, (150 - 5) tratamientos y (5 - 1) grados de libertad de la tabla de Tukey modificada se obtiene $T = 3,86$.

Operando con los resultados del ANEXO 15 se obtiene el valor de 0,4397 como diferencia mínima significativa común de Tukey a todos los tratamientos.

En la Tabla 38 se presentan los resultados para determinar entre que tratamientos existe diferencia significativa para la característica sabor. De dicho cuadro se observa que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos T1 – T3, T1 - T4, T1 - T5, T2 – T3, T2 - T4, T2 - T5, T3 - T4 y T3 - T5. Por lo que se concluye que la proporción de camote amarillo influye sobre el sabor de la cerveza artesanal elaborado. La diferencia mayor se encuentra entre los tratamientos T1 – T4 y T1 – T5 y las muestras más aceptadas o apreciadas son las muestras T1 y T2.

Tabla 39. Resultados de la prueba de Tukey para sabor (primera etapa)

Tratamiento	I Diferencia I	Comparativo	HSD (Comparador)	Diferencia	Resultado
T1 - T2	0,1000	<	0,4397	No	Son iguales
T1 - T3	1,3000	>	0,4397	Si	No son iguales
T1 - T4	2,3000	>	0,4397	Si	No son iguales
T1 - T5	2,3000	>	0,4397	Si	No son iguales
T2 - T3	1,2000	>	0,4397	Si	No son iguales
T2 - T4	2,2000	>	0,4397	Si	No son iguales
T2 - T5	2,2000	>	0,4397	Si	No son iguales
T3 - T4	1,0000	>	0,4397	Si	No son iguales
T3 - T5	1,0000	>	0,4397	Si	No son iguales
T4 - T5	0,0000	<	0,4397	No	Son iguales

Tabla 40. Resultado de análisis de varianza para aceptabilidad (primera etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado > F crítico?
Entre grupos	156,9733	4	39,2433	97,3253	2,4341	Si
Dentro de los grupos	58,4667	145	0,4032			
TOTAL	215,4400	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se rechaza la hipótesis nula (H_0), aceptando la hipótesis alternativa (H_1).

H_1 : Si existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 40, se observa que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencia significativa con respecto a la aceptabilidad entre los tratamientos.

Para determinar entre que tratamientos se da dicha diferencia se aplicó la prueba de Tukey para un nivel de significancia de 5%, (150 - 5) tratamientos y (5 - 1) grados de libertad de la tabla de Tukey modificada se obtiene $T = 3,86$.

Operando con los resultados del ANEXO 15 se obtiene el valor de 0,4475 como diferencia mínima significativa común de Tukey a todos los tratamientos.

En la Tabla 41 se presentan los resultados para determinar entre que tratamientos existe diferencia significativa para la característica sabor. De dicho cuadro se observa que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos T1 – T3, T1 - T4, T1 - T5, T2 – T3, T2 - T4, T2 - T5, T3 - T4 y T3 - T5. Por lo que se concluye que la proporción de camote amarillo influye sobre la aceptabilidad de la cerveza artesanal elaborada. La diferencia mayor se encuentra entre los tratamientos T1 - T5 y las muestras más aceptadas o apreciadas son las muestras T1 y T2.

Tabla 41. Resultados de la prueba de Tukey para aceptabilidad (primera etapa)

Tratamiento	Diferencia	Comparativo	HSD (Comparador)	Diferencia	Resultado
T1 - T2	0,0667	<	0,4475	No	Son iguales
T1 - T3	1,2333	>	0,4475	Si	No son iguales
T1 - T4	2,2333	>	0,4475	Si	No son iguales
T1 - T5	2,4000	>	0,4475	Si	No son iguales
T2 - T3	1,1667	>	0,4475	Si	No son iguales
T2 - T4	2,1667	>	0,4475	Si	No son iguales
T2 - T5	2,3333	>	0,4475	Si	No son iguales
T3 - T4	1,0000	>	0,4475	Si	No son iguales
T3 - T5	1,1667	>	0,4475	Si	No son iguales
T4 - T5	0,1667	<	0,4475	No	Son iguales

De acuerdo con los resultados del análisis de variancia de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad de los cinco tratamientos; se puede indicar que la proporción T2 (87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo) es la adecuada para la elaboración de la cerveza artesanal.

5.2.2 Evaluación sensorial de la segunda etapa

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial (ANEXO 16) se procedieron al análisis estadístico de los datos, mediante análisis de varianza y prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%

En las Tablas 42, 43, 44 y 45 se muestran los resultados de los análisis de varianza para las características organolépticas de color, olor, sabor, y aceptabilidad.

Tabla 42. Resultado de análisis de varianza para color (segunda etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado $>$ F crítico?
Entre grupos	2,1733	4	0,5433	0,5996	2,4341	No
Dentro de los grupos	131,4000	145	0,9062			
TOTAL	133,5733	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se acepta la hipótesis nula (H_0).

H_0 : No existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 42 se observa que no hay diferencia significativa con respecto al color entre los tratamientos.

Tabla 43. Resultado de análisis de varianza para olor (segunda etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	F crítico (5%)	¿ F calculado $>$ F crítico?
Entre grupos	1,3733	4	0,3433	0,3746	2,4341	No
Dentro de los grupos	132,9000	145	0,9166			
TOTAL	134,2733	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se acepta la hipótesis nula (H_0).

H₀: No existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 44 se observa que no hay diferencia significativa con respecto al olor entre los tratamientos.

Tabla 44. Resultado de análisis de varianza para sabor (segunda etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	<i>F</i> calculado	<i>F</i> crítico (5%)	¿ <i>F</i> calculado > <i>F</i> crítico?
Entre grupos	0,8933	4	0,2233	0,2730	2,4341	No
Dentro de los grupos	118,6000	145	0,8179			
TOTAL	119,4933	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se acepta la hipótesis nula (H₀).

H₀: No existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 44 se observa que no hay diferencia significativa con respecto al sabor entre los tratamientos.

Tabla 45. Resultado de análisis de varianza para aceptabilidad (segunda etapa)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	<i>F</i> calculado	<i>F</i> crítico (5%)	¿ <i>F</i> calculado > <i>F</i> crítico?
Entre grupos	0,8933	4	0,2233	0,3284	2,4341	No
Dentro de los grupos	98,6000	145	0,6800			
TOTAL	99,4933	149				

Para el diseño completamente al azar (DCA) de 5 tratamientos con 30 repeticiones planteada para la investigación se utilizó Microsoft Excel, se obtuvo que $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$, indicando que se acepta la hipótesis nula (H₀).

H₀: No existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Del resultado obtenido en la Tabla 45 se observa que no hay diferencia significativa con respecto a aceptabilidad entre los tratamientos elaborados.

De acuerdo con los resultados de análisis de variancia de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad de los cinco tratamientos de la segunda etapa, se observa que no hay diferencia significativamente entre los tratamientos.

5.3 Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis

Para la presente tesis no aplica otro tipo de resultados estadísticos.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis general

Para contratación y demostración de la hipótesis general, se realizó evaluación sensorial con 30 jueces no entrenados. El número de jueces fue determinado de acuerdo con lo que menciona Cárdenas Rojas (2014) para la evaluación sensorial hedónica es conveniente un número de personas tomados al azar entre 30 y 40 para establecer un diseño estadístico adecuado. En la evaluación sensorial se empleó una escala hedónica de 5 puntos: Me gusta mucho (5), me gusta poco (4), no me gusta ni me disgusta (3), me disgusta poco (2) y me disgusta mucho (1), esto de acuerdo con lo empleado por Aguilar y Endara (2016).

La cantidad de muestras de cerveza artesanal elaborada en la primera etapa fueron cinco como se indica en la Tabla 20, con la sustitución de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (% malta de cebada/camote amarillo): T1 (100/0), T2 (87,5/12,5), T3 (75,0/25,0), T4 (62,5/37,5) y T5 (50,0/50,0). Los resultados obtenidos se muestran en ANEXO 15. En las Tablas 21, 22, 23 y 24 muestra que el tratamiento adecuado es T2 (87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo), en donde la aceptabilidad promedio es “me gusta mucho”. De acuerdo con los resultados del análisis de variancia de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad de los cinco tratamientos de la primera etapa (Tablas 34, 36, 38 y 40), existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencias entre los tratamientos.

En la segunda etapa se elaboró cerveza artesanal con cinco tratamientos como se indica en Tabla 26, con sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (%malta/camote): T1 (100/0), T2 (97,0/3,0), T3 (94,0/6,0), T4 (91,0/9,0) y T5 (87,5/12,5). De acuerdo con el análisis de variancia de los resultados de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad se observó que no hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos (Tabla 42, 43, 44 y 45).

En las evaluaciones sensoriales de la primera y segunda se determinó como la mejor proporción al tratamiento de 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera y segunda etapa, se realizó la tercera etapa donde se elaboró cerveza artesanal con una proporción de 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo, luego se realizaron análisis fisicoquímicos obteniendo como resultados promedios (Tabla 31): grado alcohólico = 5,02%v/v, color = 22,38 EBC, pH = 4,07, acidez = 0,191 %m/m, estabilidad de espuma = 217 segundos y densidad = 1,0090 g/ml. Los resultados fisicoquímicos obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones), Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos) y requisitos para cerveza Ale Americana Pálida (APA), según Beer Judge Certification Program (BJCP), Guía de estilos de cerveza 2015.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar que: se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo.

Hipótesis específica

Para determinar la proporción adecuada de camote amarillo y malta de cebada se elaboraron cerveza artesanal con varios tratamientos como se muestra en Tabla 21 para primera etapa, las muestras fueron evaluadas por panel de 30 jueces no entrenados mediante escala hedónica. La muestra más aceptada fue el tratamiento T2 que está constituida por 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo como se muestra en Tabla 32 y Figura 45. Según los resultados de la prueba de Tukey, como se muestra en las Tablas 35, 37, 39 y 41, los tratamientos T1 y T2 son iguales y son los más aceptados, es decir la muestra con sustitución de 12,5% de camote amarillo es igual a la muestra elaborada con 100% de malta de cebada. En la segunda etapa se elaboró

cerveza de acuerdo con Tabla 26, confirmando que la proporción adecuada es la constituida por 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo que corresponde al tratamiento T5, porque las proporciones menores a dicho tratamiento no muestra diferencia significativa como indica la evaluación de varianza (Tabla 42, 43, 44 y 45). De acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales de la primera y segunda etapa se puede indicar que: La proporción adecuada de camote amarillo como sustitución parcial de la malta de cebada en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor al 12,5%

La cerveza artesanal elaborada en la primera etapa con la sustitución de malta de cebada por camote amarillo en proporciones (% malta de cebada/camote amarillo): T1 (100/0), T2 (87,5/12,5), T3 (75,0/25,0), T4 (62,5/37,5) y T5 (50,0/50,0) se realizaron la evaluación sensorial obteniéndose como resultado (Tabla 32) para la aceptabilidad: “me gusta mucho” para los tratamiento T1 y T2, “no me gusta ni me disgusta” para el tratamiento T3 y “me gusta poco” para los tratamientos T4 y T5. De acuerdo con los resultados del análisis de variancia de las características organolépticas de color, olor, sabor y aceptabilidad de los cinco tratamientos de la primera etapa (Tablas 34, 36, 38 y 40), existe evidencia estadística suficiente para afirmar que hay diferencias entre los tratamientos. De acuerdo a lo mencionado se puede indicar que: la sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo influye en las características organolépticas de la cerveza artesanal elaborada.

La cerveza artesanal elaborada en la tercera etapa, con tratamiento de 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos de grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad. Los valores obtenidos de estos parámetros fisicoquímicos cumplan con los requisitos fisicoquímicos de las normas nacional e internacional tal como se indica en Tabla 31.

- El valor promedio reportado de grado alcohólico de la cerveza artesanal es 5,03 % v/v por lo que es considerada como una cerveza con alcohol, valor que podemos contrastar según la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016.

CERVEZA. Requisitos), cuyo contenido alcohólico es superior a 0,5 % en volumen cumpliendo con la Norma Técnica Peruana.

- El valor promedio del color reportado es de 22,38 EBC, según Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos) es considerada como cerveza clara ya que el color es menor a 30 unidades EBC cumpliendo con la Norma Técnica Peruana.
- El valor promedio del pH reportado es de 4,07; dicho valor cumple con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones) en donde indica como requisito para pH de 3,0 a 4,8.
- El valor promedio de acidez reportado es de 0,191 % m/m; la cual cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos) en donde indica como requisito para acidez máximo 0,3% m/m.
- El parámetro estabilidad de espuma de cerveza no está contemplada en las normas nacional ni internacional revisadas, por lo que se usó como referencia el requisito mencionado por Rodríguez Cárdenas (2003) correspondiente a la Cervecería Chile S.A., la tolerancia indicada es de 210 a 280 segundos. El valor promedio obtenido de estabilidad de espuma es de 217 segundos, la cual cumple con lo mencionado por Rodríguez Cárdenas (2003).
- El valor promedio de densidad es de 1,0090 g/ml, dicho valor cumple con los requisitos para cerveza Ale Americana Pálida (APA), según Beer Judge Certification Program (BJCP), Guía de estilos de cerveza 2015.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La cerveza artesanal elaborada en la presente investigación es aceptable respecto a sus características organolépticas (color, olor, sabor y aceptabilidad) para el tratamiento no mayor al 12,5% de camote amarillo como sustitución de la malta de cebada y los parámetros fisicoquímicos (grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad) cumplen con los requisitos de la

Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones), Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos) y requisitos para cerveza Ale Americana Pálida (APA), según Beer Judge Certification Program (BJCP), Guía de estilos de cerveza 2015. La evaluación sensorial se realizó con 30 jueces no entrenados empleado escala hedónica de 5 puntos: (1= me disgusta mucho, 2= me disgusta poco, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta poco, 5= me gusta mucho). Mediante el análisis de varianza, prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia se determinó la proporción más adecuada de camote amarillo como sustitución de malta de cebada.

En el estudio realizado por Boada y Freile (2017), la cerveza artesanal con un reemplazo de 70 y 75% de camote, no fueron aceptadas por el consumidor, por lo que sugirieron para futuras investigaciones reducir el contenido de camote en la cerveza. Las variables fisicoquímicos analizadas fueron pH, acidez, grado alcohólico y densidad, las cuales cumplen con los requisitos fisicoquímicos de la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 2262). Utilizaron un diseño completamente al azar (DCA) con 1 repetición, 5 tratamientos (sustitución de 60, 65, 70, 75 y 80% de camote) y adicional el tratamiento de control de 100% malta. Mediante el análisis de varianza, una prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia y una tabla de ponderación se determinaron los mejores prototipos para la evaluación sensorial, realizó prueba de aceptabilidad de los tratamientos con 70 y 75% de reemplazo de camote y el tratamiento control fueron analizados por 60 jueces mediante una escala hedónica de 5 puntos, teniendo en cuenta atributos de sabor, olor, espuma y amargor.

Mientras que Carvajal e Insuasti (2010), elaboraron cerveza artesanal utilizando cebada y yuca, en donde la mezcla que tuvo la mejor aceptabilidad organolépticamente fue de 85% de cerveza de cebada y 15% cerveza de yuca. Realizaron 5 mezclas de cerveza de cebada/yuca (85/15; 70/30; 50/50; 30/70; 15/85%), fueron evaluados por 10 jueces mediante una escala de 5 puntos para los atributos de color, olor y sabor. Para medir estadísticamente las características organolépticas utilizaron la ecuación matemática de Friedman,

con lo que determinaron que los diferentes porcentajes de las mezclas sí influyeron en las características organolépticas de la cerveza artesanal.

Por otra parte, Echia (2018), elaboró cerveza en diferentes proporciones entre malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay. La proporción de mayor aceptación fue de 91% malta de cebada y 9% papa amarilla “tumbay”. Los parámetros fisicoquímicos de pH, grado alcohólico, acidez y color evaluados cumplen con la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06) y Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013). Para determinar la mejor proporción de cebada y papa amarilla realizaron dos evaluaciones organolépticas, la primera fue realizado con proporciones de cebada/papa de 100/0; 88/12; 75/25; 62/38 y 50/50% y la segunda fue realizado con proporciones de cebada/papa de 100/0; 97/3; 94/6; 91/9 y 88/12%. La evaluación organoléptica fue realizada por 5 jueces mediante una escala de 5 puntos (siendo 01 la mejor de todas y 05 la peor) para los atributos de aroma, color, espuma y sabor. Mediante el método de Kramer & Twigg analizaron los resultados para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

Mientras que en la investigación realizada por Apaya y Atencio (2017), obtuvo como resultado final que la muestra obtenida con 20% de guiñapo de maíz morado y 80% de malta como materia prima fue la muestra más aceptada sensorialmente. Las características fisicoquímicas de pH y grado alcohólico cumplen con la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016) y Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06). Para determinar la formulación adecuada realizaron una evaluación sensorial afectiva (hedónica) con un panel de 13 jueces entrenados. Los panelistas fueron maestros cerveceros artesanales. Utilizaron un Diseño de Bloques completamente al Azar, donde (A) representa el porcentaje de adición de guiñapo de maíz morado (20, 25 y 30 %). Realizaron el análisis de varianza para determinar el grado de significancia, y la prueba de Duncan (DSM), para encontrar diferencias significativas y la comparación de medias para el análisis sensorial.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Como el autor de esta investigación me responsabilizo por la información emitida en la presente 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 procedimientos y evaluación de su investigación.

VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados de la investigación se concluye que se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de *Hordeum vulgare* (cebada) por *Ipomoea batatas L.* (camote amarillo).
- En las evaluaciones sensoriales de la primera y segunda se determinó como la mejor proporción al tratamiento de 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo.
- La proporción adecuada de camote amarillo como sustitución parcial de la malta de cebada en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor al 12,5%
- La sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo influye en las características organolépticas de la cerveza artesanal elaborada.
- Los resultados fisicoquímicos obteniendo de la cerveza artesanal con la proporción más aceptable (87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo) son: grado alcohólico = 5,02%v/v, color = 22,38 EBC, pH = 4,07, acidez = 0,191 %m/m, estabilidad de espuma = 217 segundos y densidad = 1,0090 g/ml.
- La cerveza artesanal elaborada con 87,5% de malta de cebada más 12,5% de camote amarillo cumple con los requisitos fisicoquímicos de la Norma Técnica Peruana (NTP 213.014 2016. CERVEZA. Requisitos), Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones), Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262:2013. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos) y con los requisitos para cerveza Ale Americana Pálida (APA), según Beer Judge Certification Program (BJCP), Guía de estilos de cerveza 2015.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación de la estabilidad de la cerveza artesanal respecto al tiempo para determinar el tiempo de vida.
- Realizar investigación para la recuperación de levadura para elaboración de cerveza artesanal.
- Realizar investigación sobre la factibilidad de instalación de planta de elaboración de cerveza artesanal.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Dominique y ENDARA, Andrea. *Utilización de pimientos rojos (Capsicum annum) y chía (Salvia hispánica) como fuentes de antioxidantes en la elaboración de mermelada*. Tesis. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, 2016. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5186>

ALBÁN, Carlos y CARRASCO, Jofre. *Elaboración de una bebida alcohólica destilada, evaluando dos niveles de levadura utilizando como sustrato papa china (Colocasia Esculenta) y camote (Ipomoea Batatas I) en la planta de frutas y hortalizas de la universidad estatal de Bolívar*. Tesis. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar, 2012. Disponible en: <https://docplayer.es/59707689-Universidad-estatal-de-bolivar-facultad-de-ciencias-agropecuarias-recursos-naturales-y-del-ambiente-escuela-de-ingenieria-agroindustrial.html>

ALCÁZAR, Ángela. *Aplicaciones del análisis multivariante a la diferenciación de tipos de cerveza*. Tesis. Sevilla, España: Universidad de Sevilla, 2001. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11441/45108>

ANTEZANA, S. y VALLEJOS, J. *Investigación Comparativa de la Biotransformación del Ipomea Batas para la Obtención de Alcohol*. Tesis. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú, 1987.

ANZALDÚA, Antonio. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A., 1994. ISBN 978-84-200-0767-0.

APAZA, Ruth y ATENCIO, Yessenia. *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. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. Disponible en: <https://1library.co/title/tecnologia-elaboracion-cerveza-artesanal-sustitucion-hordeum-vulgare-guinapo>

ARAUJO, Noyer y PILCO, Wilmer. Influencia del porcentaje de almidón de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) y azúcar en la producción de cerveza artesanal de cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis. Mendoza, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2014. Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/558>

BOADA, Paulina y FREILE, José. *Efecto de la utilización del camote (Ipomoea batatas L.) en la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale estilo American Brown Ale*. Tesis. Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, 2017. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7168>

CABRERA, Francisco. *Bebidas Fermentadas*. Versión Preliminar. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 2012. Disponible en: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/9636/306598_Modulo_Bebidas%20Fermentadas.pdf;jsessionid=DC3A7582D03843AD175D2948808D1732.jvm1?sequence=1

CÁRDENAS, Salvador. *Evaluación sensorial hedónica de pescado*. Edita Junta de Andalucía, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Cádiz. España, 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/273630220_Evaluacion_Sensorial_Hedonica_de_Pescado

CARDOZE, F. *Camote: Alto valor nutritivo*. 2015. Recuperado de http://www.sportsandhealth.com.pa/index.php?option=com_content&view=article&id=2661:camote-alto-valor-nutritivo&catid=108&Itemid=190

CARVAJAL, Luis e INSUASTI, Marco. *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum Vulgare) y yuca (Manihot Esculenta Crantz)*. Tesis. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2010. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/558>

CEDEÑO, Gema y MENDOZA, Johan. *Evaluación Físicoquímica y Sensorial de Cerveza Artesanal Tipo Ale Con Almidón de Papa Como Adjunto y Especies*. Tesis. Calcuta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/552>

CIP (Internacional Potato Center), 2010. El Camote. Recuperado el 25 de julio del 2018 Disponible:

<http://www.cipotato.org/>

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http%3A%2F%2Fwww.cipotato.org%2F>

CÓRDOVA, J. *Demanda del Camote en el Perú*. Universidad San Martín de Porres, 2004. Obtenida de: <http://www.monografias.com/trabajos45/demanda-camoteperu/demandacamote-peru2.shtml>.

CHAUCA, Cervacio. *Automatización del proceso de maceración en la Elaboración de Cerveza Artesanal*. Tesis. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3618>

EBC (Métodos Analíticos de Cerveza). Obtenido de: <https://www.analytica-ebc.com/index.php?mod=contents&scat=16>

ECHIA, Diego. *Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla "Tumbay"*. Tesis. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7260486e-5bb3-435a-b1d0-43a83f4a827f/content>

ESPINOSA, Julia. *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. El Vedado, Ciudad de La Habana. Editorial Universitaria, 2007. ISBN 978-959-16-0539-9.

FAO, 2006. Fichas técnicas productos frescos y fermentados. Recuperado 15 el junio del 2018, de:

http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CAMOTE.HTM

GARCÍA MENDEZ, Auris, PÉREZ DARNIZ, Maiby, GARCÍA MENDEZ, Audry y MADRIZ IZTÚRIZ, Petra. *Caracterización postcosecha y composición química de la batata (Ipomoea batatas L.)*. Agron. Mesoam. 27(2):287-300. 2016 ISSN 2215-3608 doi: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.21426>

GARCÍA, Karina. *Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos*. Tesis. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3949>

GERRERO, A. *Determinación de la Variabilidad en Análisis Físicoquímicos para Cerveza Filtrada y Envasada*. Universidad Simón Bolívar, 2015. Sartenejas, Venezuela.

GOROSTIAGA, F. *Manual del proceso de elaboración de cerveza*. Primera Edición, Quito, Ecuador, 2008.

GONZÁLEZ, Marcos. *Principios de Elaboración de las Cervezas Artesanales*. Primera Edición. Editor Lulu Enterprises. Usa, 2017. Disponible en: <http://www.vinodefruta.com/descargas/Libro%20Principios%20de%20Elaboraci%F3n%20de%20las%20Cervezas%20Artesanales%20-%20Cap%20Muestra.pdf>

HERNÁNDEZ, Elizabeth. *Evaluación Sensorial*. Primera edición. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, 2005. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/45917368/Hernandez-2005-evaluacion-sensorialpdf/>

HERNÁNDEZ, Marilyn, TORRUCO UCO, Juan, CHEL GUERRERO, Luis y BETANCUR ANCONA, David. *Caracterización físicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México*. Ciencia e Tecnología de Alimentos.

Vol. 23, núm. 3. p 718-726. 2008. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/BFmq3pZQMP33pwHsyNJk9Yf/?format=pdf&lang=es>

HUANCO, Francisco. *Elaboración de cerveza artesanal con sustitución parcial de malta con mashua (Tropaeolum Tuberosum R.)*. Tesis. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13405>

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD (INACAL). Norma Técnica Peruana. NTP 213.014. Cerveza. Requisitos. Dirección de Normalización. Tercera edición. Lima, Perú, 2016.

INEN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2262. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Primera revisión. Quito, Ecuador, 2013.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán (Argentina), 2013. Consultado 11 de junio 2019. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_batata.pdf

KUNCAR, Daniel y TALLEDO, Pablo. *Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta productora de pastas a partir de harina de camote*. Tesis. Lima, Perú: Universidad de Lima, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/6622>
<http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/6622>

KUNZE, Wolfgang. *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. Primera Edición en Español. Berlín. Alemania, 2006.

MARTÍNEZ, Jesús, VALLS, Victoria y VILLARINO, Antonio. *El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de la población*. Edición Centro de Información Cerveza y Salud. Madrid, España: Universidad

de Valencia, 2007. Obtenido de:

<http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/Estudio%20CervezaySalud.pdf>

MATICORENA, Luis. *Elaboración de una bebida carbonatada de algarrobina*. Tesis. Piura, Perú: Universidad de Piura, 2016. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/2742>

MENÁRGUEZ LÓPEZ, Enrique. *Determinación de parámetros físico-químicos de cerveza artesana*. Publicaciones Didácticas. Recibido 2017-06-28; Aceptado 2017-07-04; Publicado 2017-07-25; Código PD: 085081. N° 85 Agosto 2017. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/235855634.pdf>

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). Boletín Estadístico Mensual “El Agro en Cifras” correspondiente al mes de marzo 2019. Lima. Mayo 2019. Obtenido de: <http://siesa.minagri.gob.pe/siesa/?q=bolet%C3%ADn-estad%C3%ADstico-mensual-el-agro-en-cifras-marzo-2019>

Ministerio de Salud. Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano. D.S. N° 031-2010-S.A. Dirección General de Salud Ambiental. Lima, Perú, 2011.

NTN (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense). NTON 03 038-06. Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. Primera revisión. Nicaragua, 2006.

QUINTANILLA, Diego y SUCNO, Seleno. *Factibilidad de instalación de una micro cervecería para la producción y comercialización de cerveza artesanal en la ciudad de Lima*. Tesis. Lima. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/621877>

RENTERIA, Flor. *Elaboración y caracterización de cerveza ale artesanal a base de maracuyá y almidón de olluco en la Región Piura, Perú 2019*. Tesis. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2416>

RODRÍGUEZ, Héctor. *Determinación de Parámetros Físico - Químicos para la Caracterización de Cerveza Tipo Lager elaborada por Compañía Cervecería Kunstmann S.A.* Tesis. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2003.

Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/far696d/sources/far696d.pdf>

RODRÍGUEZ, Wilmer. *Efecto de la sustitución de cebada (Hordeum Vulgare) por quinua (Chenopodium Quinoa) y del pH Inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo Ale.*

Tesis: Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, 2015.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/815>

SANCHO, Rubén. *Diseño de una Micro-Planta de Fabricación de Cerveza y Estudio de Técnicas y Procesos de Producción.* Barcelona. España:

Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Química, 2015. Disponible en:

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y

SUÁREZ, María. *Cerveza: componentes y propiedades.* Oviedo, España.

Universidad de Oviedo, 2013. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10651/19093>

SUQUI, Hugo y PINTADO, Edwin Oswaldo. *Implementación de un Sistema de Fermentación para la elaboración de cerveza artesanal con la utilización de tres variedades de cebada.* Tesis. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica

Salesiana, sede Cuenca, 2015. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8002>

UPAEP. *Análisis Sensorial.* Primera edición. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Licenciatura en Gastronomía. México, 2014. Obtenido de:

https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf

UREÑA, Milber, D'ARRIGO, Matilde y GIRÓN, Octavia. *Evaluación Sensorial de los Alimentos. Aplicación didáctica.* Primera edición. Editorial Agraria. Lima, 1999. ISBN: 9972-9118-0-2.

YUCRA, Sonia y BROWN, Alexander. *Producción de etanol a partir de la fermentación del camote*. Tesis. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3722>

ZAMBRANO, Guisela del Rocío. *Estudio técnico-económico para la obtención de alcohol a partir del camote (Ipomoea Batata)*. Tesis. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química, 2013. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1173>

ZUÑIGA, Miguel. *Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale*. Tesis. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay, 2013. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3264/1/10038.pdf>

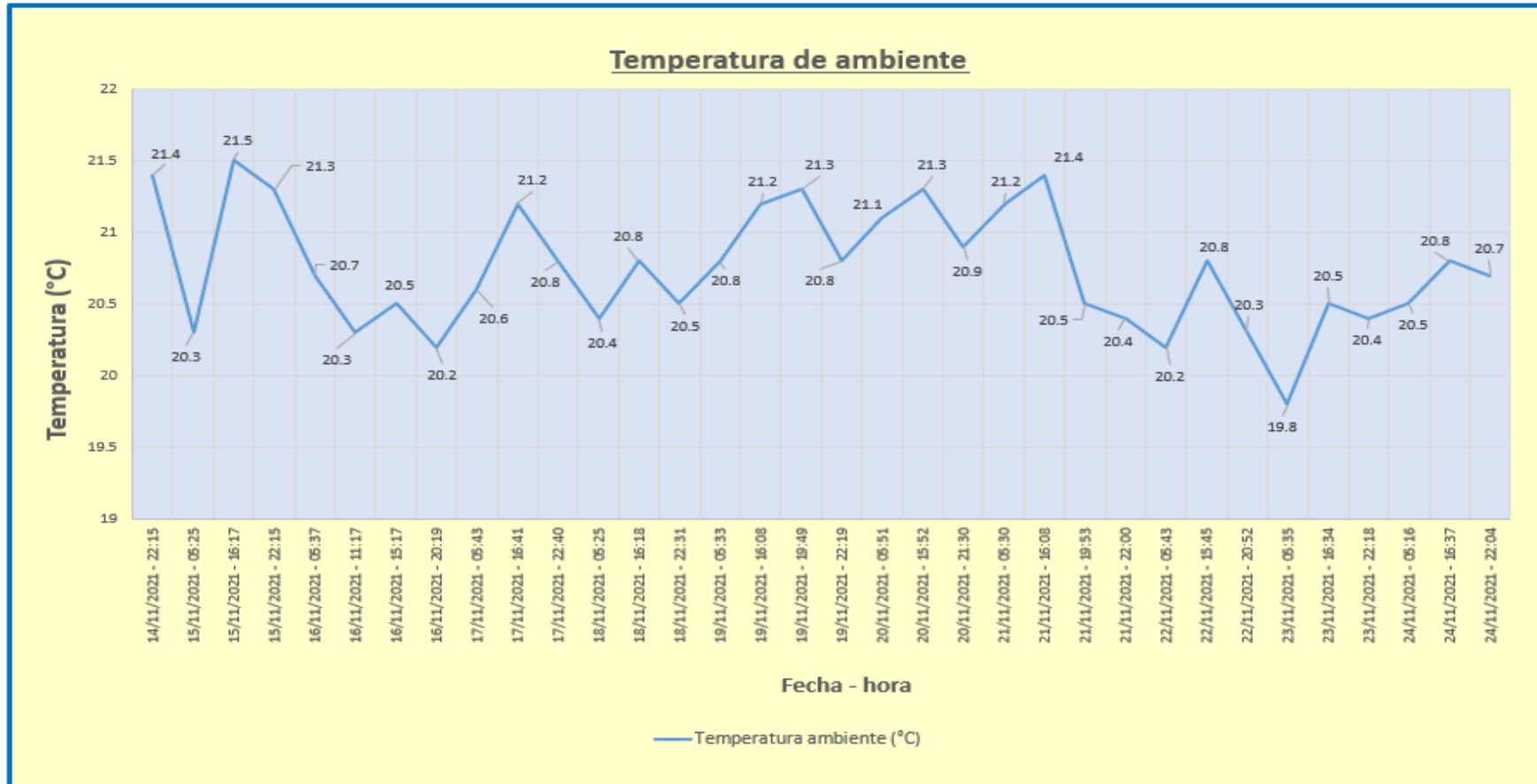
ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia.

TÍTULO: ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MALTA DE <i>Hordeum vulgare</i> (CEBADA) POR <i>Ipomoea batatas</i> L. (CAMOTE AMARILLO).						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	-	-	-
¿Se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de <i>Hordeum vulgare</i> (cebada) por <i>Ipomoea batatas</i> L. (camote amarillo)?	Elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de <i>Hordeum vulgare</i> (cebada) por <i>Ipomoea batatas</i> L. (camote amarillo).	Si se puede elaborar cerveza artesanal mediante la sustitución parcial de la malta de <i>Hordeum vulgare</i> (cebada) por <i>Ipomoea batatas</i> L. (camote amarillo).	Y= Elaboración de cerveza artesanal.	Proporciones: %malta de cebada/%camote amarillo.	<ul style="list-style-type: none"> - T1: 100,0%/0,0% - T2: 87,5% /12,5% - T3: 75,0% /25,% - T4: 62,5%/37,5% - T5: 50,0%/50,0% 	Instrumental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variables Independientes	-	-	-
¿Cuál es la proporción adecuada para la obtención de la cerveza artesanal sustituyendo parcialmente la malta de cebada por camote amarillo?	Determinar la proporción adecuada para obtener cerveza artesanal sustituyendo parcialmente la malta de cebada por camote amarillo.	La proporción adecuada de camote amarillo como sustitución parcial de la malta de cebada en la elaboración de cerveza artesanal no es mayor al 50%	X ₁ = Evaluación sensorial de la cerveza artesanal X ₂ = Evaluación fisicoquímico de la cerveza artesanal.	Proporción adecuada de camote amarillo.	%	Instrumental
¿Influye la sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo en las características organolépticas de la cerveza artesanal?	Evaluar la influencia de la sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo en las características organolépticas de la cerveza artesanal.	La sustitución parcial de malta de cebada por camote amarillo si influye en las características organolépticas de la cerveza artesanal.		Características organolépticas.	<ul style="list-style-type: none"> - Color - Olor - Sabor - Aceptabilidad 	Pruebas afectivas (escala hedónica).
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal sustituida parcialmente la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial?	Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada mediante sustitución parcialmente de la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial.	Los parámetros fisicoquímicos de la cerveza artesanal elaborada con sustitución parcial de la malta de cebada por camote amarillo del tratamiento más aceptado en la evaluación sensorial son de grado alcohólico mayor a 0,5%v/v, color menor a 30 EBC, pH entre valores de 3,0 a 4,8, acidez menor a 0,3% <i>m/m</i> , la estabilidad de espuma entre valores de 210 a 280 segundos y la densidad entre valores de 1,0082 a 1,0132 <i>g/ml</i> .		Parámetros fisicoquímicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Grado Alcohólico - Color - pH - Acidez - Estabilidad de espuma - Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> - A.O.A.C., 920.57, 2000 - A.O.A.C., 976.08, 2000 - A.O.A.C., 945.10, 2000 - A.O.A.C, 950.07, 2000 - EBC 9.42 - MEBAK 2.9.2.1

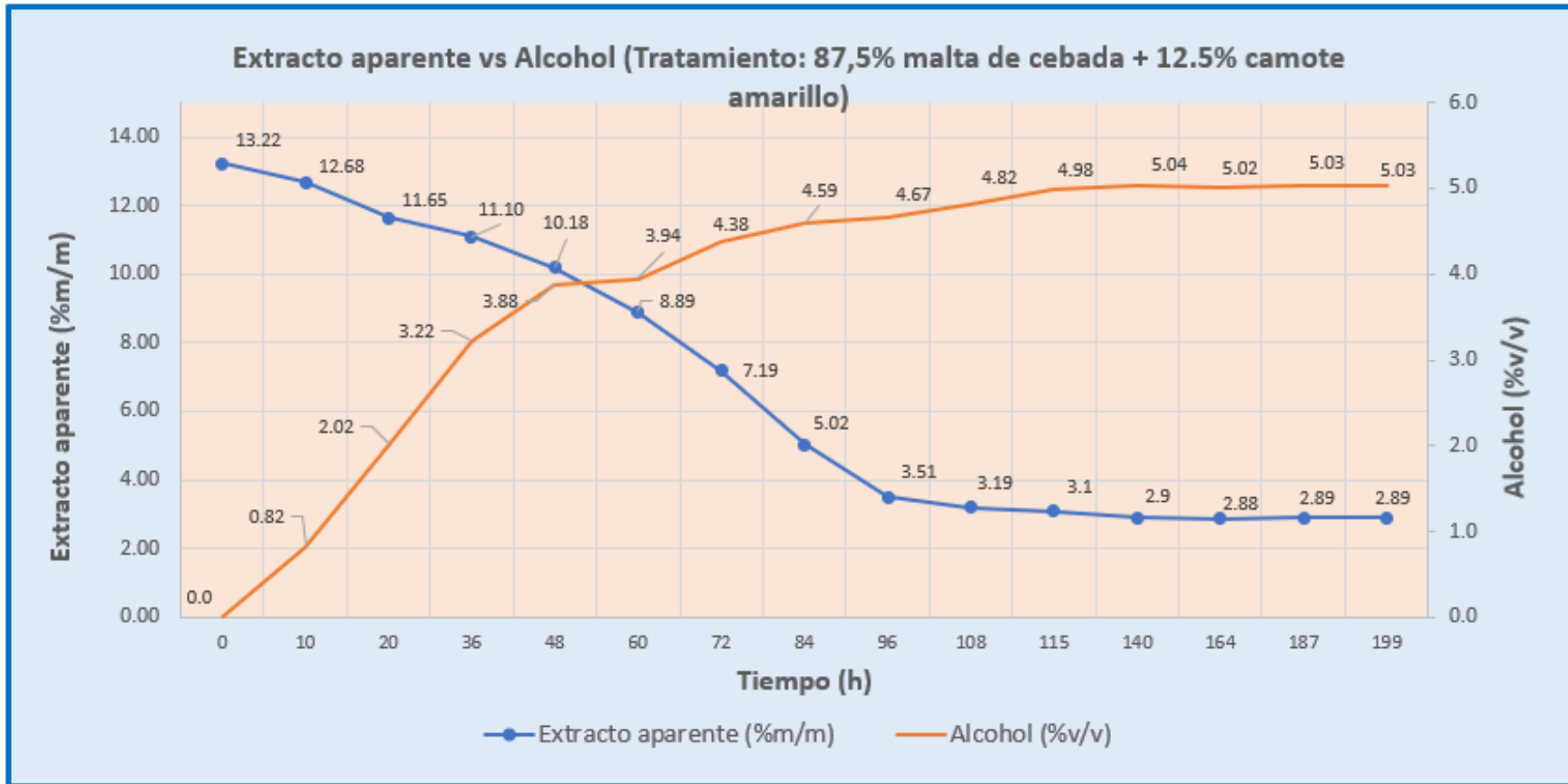
ANEXO 02:

Comportamiento de temperatura del ambiente del lugar de fermentación.



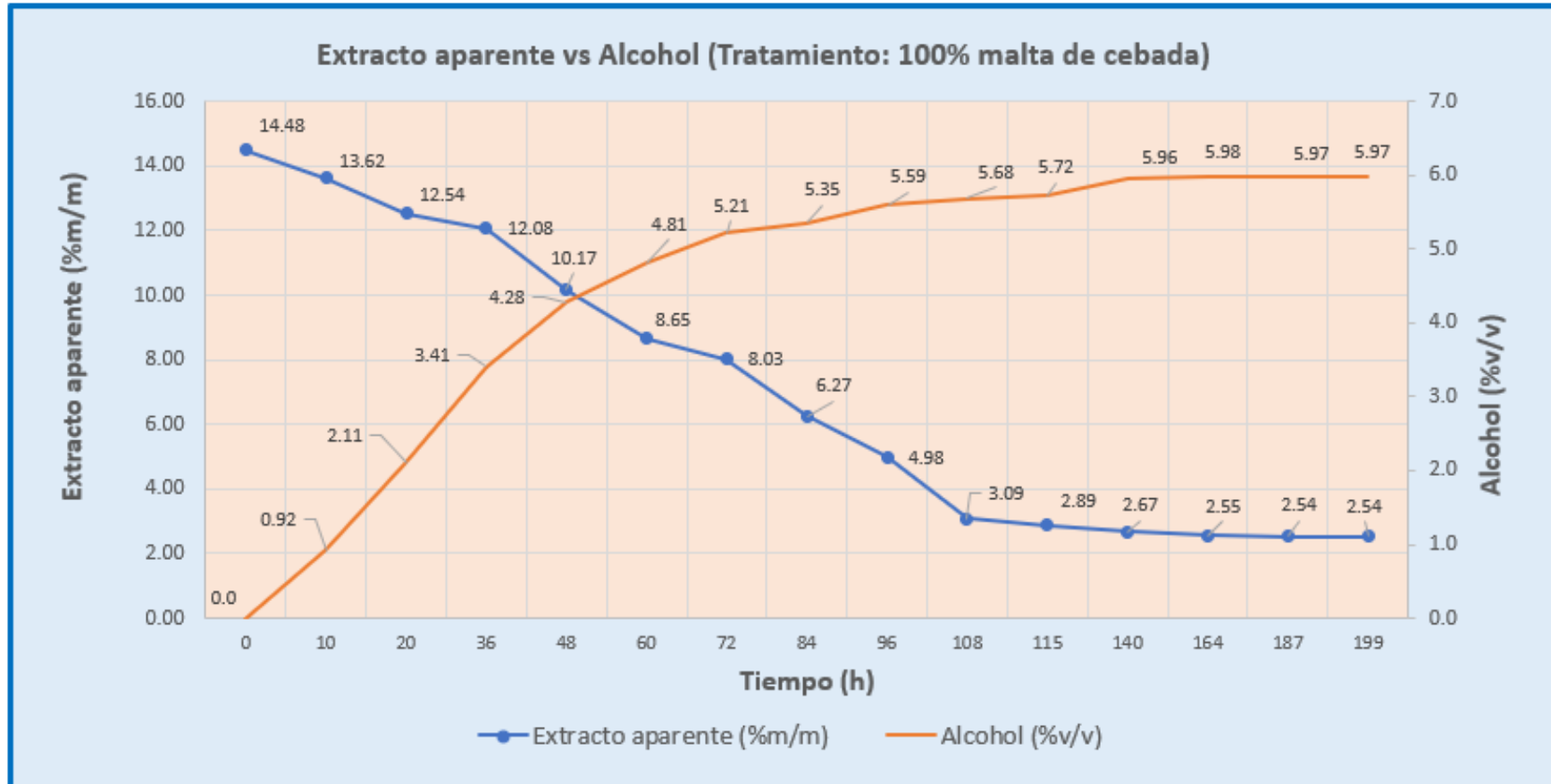
ANEXO 03:

Comportamiento de extracto y alcohol de la cerveza respecto al tiempo de fermentación (Tratamiento: 87,5% malta de cebada más 12,5% camote amarillo).



ANEXO 04:

Comportamiento de extracto y alcohol de la cerveza respecto al tiempo de fermentación (Tratamiento: 100% malta de cebada).



ANEXO 05:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima, de del 2021.

Yo,,
con DNI N°, de edad años.

Mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestra de cerveza artesanal de camote amarillo. Tengo conocimiento que el producto contiene alcohol, por tanto, doy constancia que puedo participar en esta evaluación porque no padezco de alguna enfermedad hepática.

Firma

DNI N°

ANEXO 06:**PRUEBA AFECTIVA (ESCALA HEDÓNICA)**

Nombre:

Fecha: /...../2021

Nombre del producto: Cerveza artesanal.

Frente a usted hay cinco (5) muestras codificadas de cerveza artesanal. Evalúe las muestras servidas de izquierda a derecha, enjuague su boca con agua y espere 30 segundos entre muestras. Marque con una X cuanto le gustó o disgustó cada uno de los atributos sensoriales (color, olor, sabor, aceptabilidad) de las muestras de acuerdo a la siguiente escala.

ESCALA	MUESTRA 1:			
	COLOR	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
Me disgusta mucho				
Me disgusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta poco				
Me gusta mucho				

ESCALA	MUESTRA 2:			
	COLOR	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
Me disgusta mucho				
Me disgusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta poco				
Me gusta mucho				

ESCALA	MUESTRA 3:			
	COLOR	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
Me disgusta mucho				
Me disgusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta poco				
Me gusta mucho				

ESCALA	MUESTRA 4:			
	COLOR	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
Me disgusta mucho				
Me disgusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta poco				
Me gusta mucho				

ESCALA	MUESTRA 5:			
	COLOR	OLOR	SABOR	ACEPTABILIDAD
Me disgusta mucho				
Me disgusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me gusta poco				
Me gusta mucho				

Comentario:

.....

.....

.....

Gracias por su participación.

ANEXO 07:

Elección de parámetros fisicoquímicos para análisis de cerveza artesanal, de acuerdo con lo mencionados por diversos investigadores.

PARAMETROS FISICOQUÍMICOS	INVESTIGADORES								TOTAL
	SERNAQUE, 2020	HUANCO, 2018	ECHÍA, 2018	BOADA Y FREILE, 2017	CEDEÑO Y MENDOZA, 2016	RODRÍGUEZ, 2015	GARCÍA, 2015	CARVAJAL E INSUASTI, 2010	
Grado alcohólico	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Extracto original	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contenido de dióxido de carbono	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Color	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Unidad de amargo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pH	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Acidez total, expresado como ácido láctico	1	1	1	1	1	0	1	1	7
Estabilidad de espuma	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Densidad	0	1	0	1	1	0		1	4

ANEXO 08:

DETERMINACIÓN DE ALCOHOL Y DENSIDAD DE CERVEZA MEDIANTE METODO BEER ALCOLYZER.

1. OBJETIVO

Este procedimiento proporciona un método para la medición alcohol y relacionados con Beer Alcolyzer en muestras de proceso y cerveza.

2. FUNDAMENTO

- a) El Beer Alcolyzer mide la concentración en términos de la frecuencia de la vibración de un tubo en U y lo relaciona con la densidad relativa, y mide también el contenido de alcohol por medio de espectroscopia NIR. El contenido del alcohol puede ser corregido en función del valor obtenido por destilación.
- b) Otras grandes ventajas de este método instrumental además de su buena precisión son:
- Las cervezas negras pueden ser analizadas
 - No se requiere realizar cálculos, debido a que son hechos por el equipo.
 - Toda la información (medida y calculada) es archivada en la memoria.
 - El equipo puede transferir información directamente a una PC.
- c) El alcolyzer muestra lo siguiente: alcohol en peso y en volumen, Extracto Original, Extracto Real, Extracto Aparente, calorías, Grado de Fermentación Real, Grado de Fermentación Aparente, Densidad, Gravedad Específica, y otros parámetros asociados.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo Alcolyzer Anton Paar con automuestreador y cable de conexión a PC.
- Termómetro de 0-50°C para control del baño de muestras.
- Erlenmeyer de 500 ml.

- Balón de fondo plano o matraz de 1000 ml.
- Viales con tapa para Alcolyzer.
- Embudos.
- Papel de Filtro plegado de 32 cm de diámetro Whatman N° 1.
- Baño de agua temperada a 20°C.

4. REACTIVOS

- Etanol, GA 6%.
- Agua destilada
- Solución detergente: Extrán o similar.
- Tierra diatomea

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación de muestras

a) Mosto

- Filtrar aproximadamente 200 ml de muestra a través del papel de filtro especificado que contiene 1 g de tierra diatomea por 300 ml de muestra. Descarte los primeros 30 ml de filtrado y recoja los siguientes 200 ml.
- Atemperar a 20°C.

b) Cerveza en proceso

- Colocar 200 ml de muestra en un Erlenmeyer de 500ml limpio y seco.
- Con agitación constante atemperar rápidamente a 22-23°C.
- Agitar circularmente por 60 segundos.
- Filtrar a través del papel filtro especificado que contiene 1 g de tierra diatomea por 300 ml de muestra. Descartar los primeros 30 ml de filtrado y luego recoja los siguientes 150 ml.
- Cubrir el recipiente y mantenerlo a 20°C aproximadamente.

c) Cerveza envasada

- Colocar aproximadamente 200 ml de muestra en un Erlenmeyer limpio y seco de 500 ml.
- Con agitación constante, rápidamente atemperar a 22-23°C.
- Agitar circularmente por 60 segundos.
- Filtrar a través del papel filtro especificado. No usar tierra de infusorio. Descartar los primeros 30 ml de filtrado y luego recoja los siguientes 150 ml
- Cubrir el recipiente y mantenerlo a 20°C aproximadamente.

5.2 Análisis de las muestras

- Llenar un vial con agua destilada y colocarlo en la posición 1 en el carrusel.
- Enjuague 2 viales con la muestra preparada. Llenar los viales y tapar con la tapa de teflón y coloque los dos viales en las siguientes dos posiciones del carrusel.
- Colocar un vial con agua destilada en la posición 24 del carrusel.
- Presione el botón 'start' del automuestreador (SP1) para la lectura de muestras, así el carrusel girará y la muestra contenida en el primer vial será analizada.

6. CÁLCULO

Ningún cálculo es requerido, estos son realizados por un microprocesador y mostrados en PC.

7. BIBLIOGRAFIA

- Método A.O.A.C., 920.57, 2000
- Método MEBAK 2.9.2.1
- Manual de Instrucción de equipo Anton Paar AlcoLyzer.

ANEXO 09:

DETERMINACIÓN DE COLOR DE CERVEZA Y DE MOSTO MEDIANTE METODO ESPECTROFOTOMÉTRICO.

1. OBJETIVO

Este procedimiento proporciona un método para la medición espectrofotométrica del color del mosto, en muestras de proceso y cerveza.

2. FUNDAMENTO

La intensidad del color se determina midiendo absorbancia de la luz monocromática de longitud de onda 430 nm. El valor de la absorbancia se convierte en intensidad del color multiplicando la absorbancia por un factor.

Hay dos opciones de expresar el resultado para el color medido a 430 nm.

- Color expresado en unidades EBC. Medido en celda de 10 mm, el valor de la absorbancia se multiplica por 25.
- Color expresado en unidades SRM. Medido en celda de 10 mm, el valor de la absorbancia se multiplica por 12,7.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Espectrofotómetro con el ancho de banda recomendada de 0,5 a 1 nm.
- Centrífuga con una fuerza de 2000 G.
- Baño termostático de 20 +/- 0,5 °C.
- Celda espectrofotométrica, de cuarzo de 10 mm de recorrido.
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml.
- Papel de Filtro plegado de 32 cm de diámetro – Schleicher and Schuell 0860 o Whatman 93V o similar.
- Papel de limpieza suave.

4. REACTIVOS

- Agua destilada
- Tierra diatomea

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación de muestras

- Atemperar las muestras a 20 ± 2 °C. Se puede utilizar un baño termostático de agua que recircule.

a) Mosto

- Filtrar aproximadamente 200 ml de muestra a través del papel de filtro especificado que contiene 1 g de tierra diatomea por 300 ml de muestra. Descarte los primeros 30 ml de filtrado y recoja los siguientes 200 ml.

b) Cerveza en proceso

- Filtrar a través del papel filtro especificado que contiene 1 g de tierra diatomea por 300 ml de muestra. Descartar los primeros 30 ml de filtrado y luego recoja los siguientes 150 ml.
- Cubrir el recipiente y mantenerlo a 20°C aproximadamente.

c) Cerveza envasada

- Colocar aproximadamente 200 ml de muestra en un Erlenmeyer limpio y seco de 500 ml.
- Introduzca un termómetro seco en la muestra.
- Con agitación constante, rápidamente atemperar a 22-23°C.
- Agitar circularmente por 60 segundos.
- Filtrar a través del papel filtro especificado. No usar tierra de infusorio. Descartar los primeros 30 ml de filtrado y luego recoja los siguientes 150 ml
- Cubrir el recipiente y mantenerlo a 20°C aproximadamente.

5.2 Análisis de las muestras

- El espectrofotómetro debe ser cerado con agua destilada a 430 nm, usando cubeta de cuarzo de 10 mm.
- Medir la absorbancia de la muestra filtrada a 430 nm.
- Anotar la absorbancia.

6. CÁLCULO

Color EBC = Lectura absorbancia a 430 nm x 25

Color SRM = Lectura absorbancia a 430 nm x 12,7

Conversión de EBC a SRM:

$EBC = 1,97 \times SRM$

$SRM = 0,508 \times EBC$

7. BIBLIOGRAFÍA

- Método A.O.A.C., 976.08, 2000
- Analytica – Método EBC 8.5: Color del mosto
- Analytica – Método EBC 9.6: Color de la cerveza
- Métodos de análisis ASBC, 8° edición, Cerveza IOA: Método de color espectrofotométrico.

ANEXO 10:

DETERMINACIÓN DE pH DE CERVEZA Y MOSTO.

1. OBJETIVO

Determinar el pH de un líquido a 20 °C mediante el equipo potenciómetro.

2. FUNDAMENTO

Se determina el valor de pH en mosto, en cerveza en proceso y producto terminado, utilizando como elemento de medición un potenciómetro.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Potenciómetro con compensación de temperatura
- Vasos de precipitado de 100 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Agitador magnético
- Papel de filtro S & S 597 o similar
- Embudo
- Baño termostático a 20°C

4. REACTIVOS

- Agua destilada.
- Solución saturada de KCl para mantener los electrodos.
- Soluciones buffer de calibración: exactitud 0,02 unidades de pH. Se recomiendan soluciones preparadas de pH 4 y pH 7.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Preparación de muestras

a) Cerveza:

Se debe atemperar la muestra a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Colocar aproximadamente 200 ml de cerveza en un Erlenmeyer y descarbonatar manualmente, agitando suavemente al principio y luego en forma vigorosa varias veces la muestra, hasta que deje de escaparse gas de esta, tapando y destapando la boca del recipiente; luego se filtra por papel de filtro.

b) Mosto:

Tomar muestra mediante un vaso precipitado. Atemperar la muestra a 15-25 °C, trasvasar a vaso de precipitado y tomar el pH inmediatamente.

5.2 Medición del pH

- Verificar el equipo con las soluciones buffer pH 4 y pH 7.
- Se sumerge el electrodo en la muestra.
- El potenciómetro se coloca en la posición medición. Agitar suavemente la muestra durante aproximadamente un minuto, luego dejarla reposar y proceder a la lectura del pH cuando se haya estabilizado el valor.
- Enjuagar los electrodos con agua destilada y mantenerlos en solución de cloruro de potasio.

6. CÁLCULO

Ningún cálculo es requerido, estos son mostrados por el equipo. Informar los valores de pH con 2 decimales.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Método A.O.A.C., 945.10, 2000
- Analytica- EBC (Section Beer - Method 9.35)
- Manual del equipo potenciómetro.

ANEXO 11:

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL DE CERVEZA POR EL MÉTODO DE TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente el contenido de acidez total en cerveza.

2. FUNDAMENTO

La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables por titulación en la cerveza des gasificada con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta pH 8,2.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Potenciómetro
- Agitador magnético
- Vaso precipitado de 100 ml.
- Vaso precipitado de 250 ml.
- Bureta de 25 ml con precisión ($\pm 0,1$ ml).
- Pipeta de 50 ml ($\pm 0,1$ ml).
- Termómetro.

4. REACTIVOS

- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N
- Agua destilada
- Soluciones buffer de calibración: exactitud 0,02 unidades de pH. Se recomiendan soluciones preparadas de pH 4 y pH 7.

5. PROCEDIMIENTO

- Calibrar el instrumento a pH 4 y 7 con solución tampón standard. Enjuagar con agua destilada.
- Pipetear 50 ml de cerveza des gasificada, o cualquier otra cantidad medida previamente, en el vaso de valoración.

- Introducir dentro de la cerveza el electrodo del equipo potenciómetro.
- Agitar y titular la cerveza con solución hidróxido de sodio 0,1N. Se adiciona inicialmente cantidades de 1,5 ml hasta llegar a pH 7,6 y luego cantidades más pequeños de aproximadamente 0,1 ml hasta que se alcanza exactamente el pH 8,2.
- Hay que asegurarse que se ha alcanzado un equilibrio completo a pH 8,2 antes de hacer la lectura de la bureta.

6. CÁLCULO.

La acidez expresada como % de ácido láctico vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez total (\% ácido láctico)} = \frac{V1 \times 10 \times 0,09}{V2 \times d}$$

Siendo:

V1 = volumen de sodio hidróxido, en ml, empleado en la valoración.

V2 = volumen tomado de cerveza, en ml.

0,09 = valor de 1 mili - equivalente de ácido láctico.

d = densidad en g/ml de la cerveza, medidas a 20°C / 20°C.

7. BIBLIOGRAFIA

- Método A.O.A.C, 950.07, 2000
- American Society of Brewing Chemists. Report of Subcommittee on Beer. Proc. 1941, página 140.
- American Society of Brewing Chemists. Report of Subcommittee on Acidity and pH. Proc.1942, página 103.
- American Society of Brewing Chemists. Methods of Analysis (7ª edición), Beer Method 8-A.

ANEXO 12: ESTABILIDAD DE LA ESPUMA (ANALIZADOR NIBEM)

1. OBJETIVO

Determinar estabilidad de espuma en la cerveza mediante el equipo analizador Nibem.

2. FUNDAMENTO

Este método provee un procedimiento para la medición objetiva de la estabilidad de la espuma en la cerveza. La espuma tiene una relación directa con la cantidad y calidad de los lúpulos y las proteínas presentes en la cerveza y es un factor importante en la impresión del producto en el consumidor.

La estabilidad de la espuma depende de las reacciones entre los componentes de la cerveza y las variables positivas y negativas presentes.

En este procedimiento, la espuma se mide como el tiempo (en segundos) requerido para que una cantidad de espuma se colapse sobre una distancia definida (30 mm), mientras más largo sea el tiempo necesario para alcanzar esta distancia, mayor es la estabilidad.

La cerveza en un contenedor sellado, con más de 3,4 g/litro (1,73 vol) de dióxido de carbono, es dispensada a través de un dispositivo de “flasheo” en donde la cerveza es forzada a pasar por un orificio bajo la presión del dióxido de carbono. Esto produce un vaso estándar de cerveza/espuma. El vaso o celda es puesto bajo el sistema de electrodos en forma de aguja del medidor de espuma Nibem. Los electrodos se mueven hacia abajo hasta que una de las cuatro agujas esté en contacto con la superficie de la espuma. A medida que la espuma se colapsa, el contacto se rompe y el sistema de electrodos continúa moviéndose hasta que una de las cuatro puntas esté de nuevo en contacto con la superficie de la muestra. Cuando la espuma ha colapsado 10 mm por debajo de la posición inicial, el tiempo inicia a medirse hasta alcanzar una distancia adicional de 30 mm de colapso de espuma. El tiempo de colapso, en segundos, se visualiza en la pantalla digital. El colapso de espuma es afectado por las condiciones TPH (temperatura, presión y humedad). Si se utiliza un analizador Nibem que no corrija automáticamente las condiciones TPH, el resultado deberá ser corregido para las condiciones actuales de TPH.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de medición de espuma Haffmans Nibem o Nibem T o Nibem TPH.
- Dispositivo de muestreo para botellas y latas modelo *Inpack* o perforador tipo Orbisphere para botellas, latas y envases PET.
- Aparato de “flasheo” Haffmans, modelo B (*Inpack*). El aparato de “flasheo” consta de un *flasher Inpack* de alta presión, el formador de espuma, un kit de mantenimiento y la cubierta de plexiglás.
- Vaso (celda) de espuma Haffmans o vaso estándar, diámetro interno 60mm, altura interna 120mm, espesor 2mm. El vaso (celda) debe estar limpio y libre de rayones o marcas.
- Regulador de gas de CO₂
- Baño de agua, con control de temperatura a $20 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- Vasos de precipitado, 100 y 500 ml.
- Paños suaves.
- Termómetro, 0 -50 °C con graduaciones de 0.1 °C.

4. REACTIVOS

- Agua destilada
- Etanol, $\geq 95\%$.
- Detergente Extran o similar.
- Dióxido de carbono en gas.
- Grasa de silicona (grado laboratorio).
- Hidróxido de sodio, grado reactivo

5. PROCEDIMIENTO

- Las muestras deben ser atemperadas a $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ antes de iniciar el análisis. Debe permitirse suficiente tiempo para una adecuada estabilización de la temperatura. Normalmente, esto se puede determinar localmente, y puede tomar 30 minutos o más dependiendo del tamaño del envase.
- Limpiar las tapas corona con un paño humedecido con etanol o agua.
- La temperatura óptima de la muestra a ser analizada debe encontrarse entre 19 y 21°C. Evitar trabajar por fuera de este rango si se utiliza un analizador sin la capacidad de corregir las condiciones TPH.

- Después de que el equipo haya sido preparado y calibrado, abrir el suministro de gas en el cilindro.
- Preparar el equipo de “flasheo”.
- Notas: Los números entre paréntesis que se encuentran a continuación se refieren a los números de las partes de los equipos de “flasheo” proporcionados por el fabricante.
- Cerrar la válvula de paso (7) girando la perilla de control hacia atrás.
- Abrir el formador de espuma (2) moviendo la válvula de bloqueo (3) hacia atrás.
- Levantar el tubo de formación del flasher Inpack (6) presionando el botón y llevarlo a la parte superior de la cabeza de perforación (4).
- Mover la cabeza de perforación (4) y el tornillo de ajuste (8) hacia la posición de descanso (completamente hacia arriba).
- Insertar la muestra en la plataforma de elevación (9).
- Bajar el tornillo de ajuste (8) sobre el envase y asegurarse que se encuentra correctamente centrado.
- Llevar la manija de la base hacia atrás (5); bajar la cabeza de perforación (4) firmemente hasta el envase, sosteniéndola con las dos manos y perforar el envase.
- Mover hacia abajo y con firmeza la manija de la base (5).
- Cerrar el formador de espuma (2) y asegurarlo moviendo la válvula de bloqueo (3) hacia el frente.

Nota: Al mover la manija de la base (5) de la parte posterior a la frontal, la muestra es perforada y sellada de forma simultánea.

- Bajar suavemente el tubo de formación del flasher Inpack (6) hasta el fondo del recipiente. Normalmente, esto es cerca de 3 - 5 mm sobre el fondo del envase. Esta distancia es predeterminada antes del análisis y el tubo permanece a una distancia asegurada en el fondo. Esta distancia puede ser ajustada utilizando una botella transparente para poder verla.
- Abrir el suministro de gas girando la perilla de la válvula de paso (7) hacia el frente.
- Colocar un vaso (celda) de espuma limpio bajo el cabezal de “flasheo”. Presionar y sostener el cabezal hasta llenar el vaso (celda) con espuma hasta

- aproximadamente $\leq 5\text{mm}$ del borde del vaso (celda). Evitar que se derrame cerveza de la muestra por las paredes del vaso (celda) ya que esto genera problemas con la limpieza del área de trabajo y puede contaminar la muestra.
- Vaciar el vaso (celda) asegurándose que la mayor parte de la muestra ha salido de él.
 - Repetir el paso 14 para coleccionar la muestra que será medida.
 - Inmediatamente poner el vaso (celda) de espuma en el bloque de soporte del medidor. En los modelos más recientes, poner el vaso (celda) contra los soportes negros plásticos en el fondo del analizador, estos centrarán el vaso (celda) bajo los electrodos. Importante: No debe haber retrasos entre la preparación de la espuma en el vaso (celda) y el inicio del análisis.
 - Presionar la tecla 'START'.

Notas:

- i. Los indicadores "CALIBR", "RANGE" y "MEAS" parpadearán, indicando que el análisis se ha iniciado.
 - ii. Los electrodos / sensores se moverán hacia abajo.
 - iii. La medición se completará cuando el indicador "30 mm" parpadee o el resultado se muestre en la pantalla.
 - iv. Los sensores regresarán a la posición original, el indicador "RESET" parpadeará.
- Liberar la presión del cabezal de "flasheo". Ver "Remover el envase del flasher" más adelante.
 - Registrar el tiempo mostrado en la pantalla en segundos / 30 mm como valor A, correspondiente a la estabilidad de la espuma Nibem.
 - Para equipos Nibem que no utilicen la opción TPH, registrar la temperatura, la presión y la humedad relativa. Abrir una muestra de duplicado y determinar la temperatura. Leer en el barómetro del lugar la presión (mm de Hg) con un decimal al inicio, cada hora y al final. Registrar la humedad relativa utilizando un higrómetro puesto cerca del equipo medidor de espuma.

Notas:

- i. Hasta cuatro mediciones son posibles de una botella de 750 ml.

- ii. Trabajando cuidadosamente se pueden realizar dos mediciones de envases de 340 ml.
- iii. La diferencia en los valores NFS entre una muestra y su duplicado debe ser ≤ 6 segundos. Si > 6 segundos la muestra debe volver a analizarse.
- Remover el vaso (celda) de espuma y lavarlo con bastante agua purificada.
- Enjuagar muy bien los electrodos con agua purificada. Remover cuidadosamente las gotas de agua con un paño suave. Hay que asegurar que los sensores y el equipo no se muevan. Entre mediciones secar cualquier salpicadura en la cámara utilizando un paño para prevenir cambios en la humedad relativa.



6. CALCULO

Ningún cálculo es requerido, estos son realizados por el equipo y se visualiza en la pantalla digital.

7. BIBLIOGRAFIA

- EBC Analytica método 9.42 Foam stability of beer y el manual de operación del equipo Haffmans Nibem.

ANEXO 13: TABLA TUKEY (VALOR Q_{α} - MULTIPLICADOR)

v_2 ↓	α ↓	v_1									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	0.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	0.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	0.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	0.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	0.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	0.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	0.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	0.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	0.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	0.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	0.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	0.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	0.01	3.70	4.10	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
∞	0.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	0.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

ANEXO 14:

Resultado fisicoquímico de mezcla de agua (50% de agua potable del distrito de San Juan de Lurigancho más 50% de agua de mesa marca San Carlos)

Características fisicoquímicas	Unidad	Resultado agua mezcla	Límites permisibles
pH	-	7,45	6,5 - 8,5 (*)
Conductividad	uS/cm	405,4	<1500 (*)
Sólidos Totales disueltos	mg/L	270,3	<1000 (*)
Turbidez	NTU	0,84	< 5 (*)
Calcio	mg/L Ca+2	25,68	50 - 150 (**)
Magnesio	mg/L Mg+2	14,50	10 - 30 (**)
Cloruros	mg/L Cl-	12,76	0 - 250 (**)
Sulfatos	mg/L SO4 -2	76,40	10 - 250 (**)
Alcalinidad Total	ppm CaCO3	61,90	-
Dureza Total	ppm CaCO3	78,70	< 500 (*)
Dureza Cálcica	ppm CaCO3	64,20	-
Dureza Magnésica	ppm CaCO3	14,50	-
Dureza Carbonatos	ppm CaCO3	61,90	-
Dureza No-Carbonatos	ppm CaCO3	16,80	-
Cloro libre	mg/L	0,40	-
Manganeso	mg/L Mn	0,01	< 0,4 (*)
Hierro	mg/L Fe	0,01	< 0,3 (*)
Nitrato	mg/L	115,00	-

Fuente: (*) Ministerio de Salud. D.S.N° 031-2010-S.A., 2011. (**) John Palmer and Colin Kaminski, Water, 2013. Citado por Sancho, 2015.

ANEXO 15:

Resultados de la evaluación sensorial para los tratamientos correspondientes a la primera etapa.

N° Juez	Tratamientos																			
	T1				T2				T3				T4				T5			
	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A
1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	2	2	3	3	3	2
2	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	2	4	2	3	2	2	3	3	2	2
3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	2	2	2	3	2	2	2
5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	5	2	3	2	3	2	3	2	2
6	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	2	3	2	2	2
7	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	2	1	1	1	1	2	2	1
8	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3
9	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	3	3	2	3	3	3
10	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
11	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
12	4	4	4	5	5	5	5	5	4	3	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2
13	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
14	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
15	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	3	2	2	2
16	4	4	4	4	4	5	5	5	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	2	2
17	4	4	5	5	4	5	4	4	4	3	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2
18	5	5	5	5	4	5	5	5	3	2	4	3	3	2	3	3	3	2	3	3
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	3	2	3	3	2	2	2	3
20	4	4	5	5	4	5	5	5	2	4	4	2	2	3	3	3	2	2	2	2
21	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2
22	4	4	4	4	4	4	5	5	4	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2
23	4	4	5	5	4	4	4	4	3	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2
24	4	4	5	5	4	5	5	5	4	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3
25	4	4	5	5	4	5	5	5	3	3	4	4	1	2	1	1	2	1	1	1
26	5	5	4	5	4	4	5	5	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2
27	4	4	4	4	5	4	5	5	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	4	4	5	5	4	5	5	5	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1	2	2
29	4	4	5	5	4	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
30	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	2	2	2	3	2	3	2	2

Nota:

Características organolépticas: C= Color, O= Olor, S=Sabor y A=Aceptabilidad

ANEXO 16:

Resultados de la evaluación sensorial para los tratamientos correspondientes a la segunda etapa.

N° Juez	Tratamientos																				
	T1				T2				T3				T4				T5				
	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	C	O	S	A	
1	4	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	
2	4	2	1	4	4	5	4	2	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3	5	5	5	5	5	3	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	
6	2	3	2	4	3	3	4	3	5	3	5	5	3	3	4	4	5	5	5	5	
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
8	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
9	4	3	1	3	5	2	3	4	5	5	5	5	2	4	5	4	5	5	5	5	
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
18	4	4	5	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	
19	4	5	4	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	
20	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
23	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	
26	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	
27	4	5	5	5	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	
28	5	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	
29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
30	4	4	5	5	4	4	5	3	4	4	3	3	4	4	5	3	3	4	3	3	

Nota:

Características organolépticas: C= Color, O= Olor, S=Sabor y A=Aceptabilida

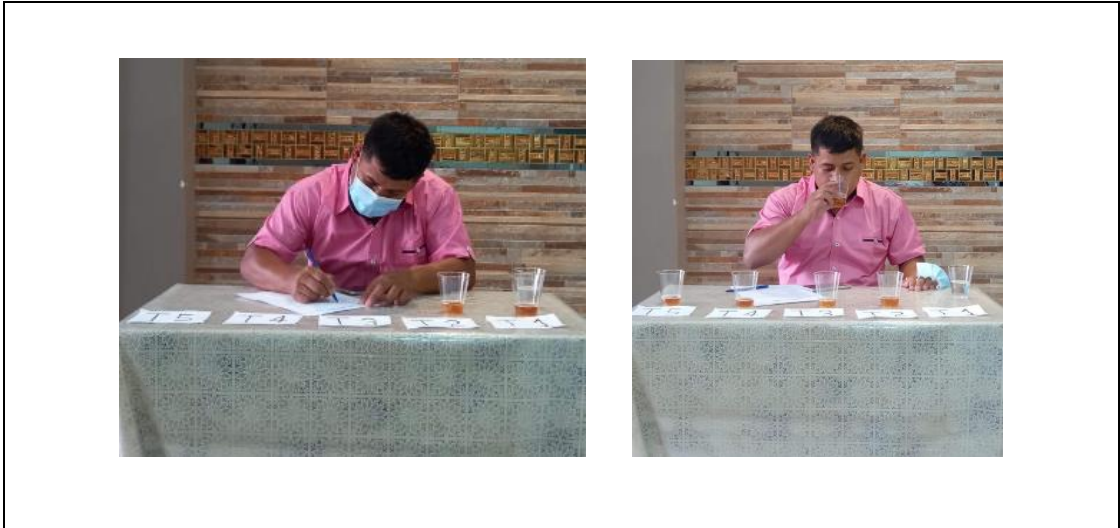
ANEXO 16: FOTO PRESENTANDO MUESTRAS PARA EVALUACIÓN SENSORIAL



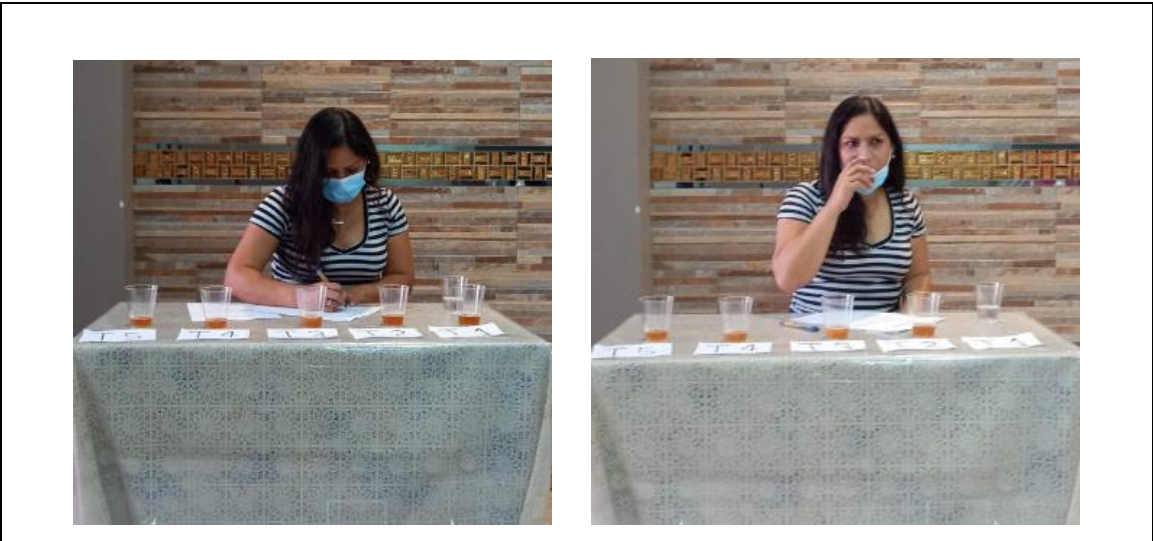
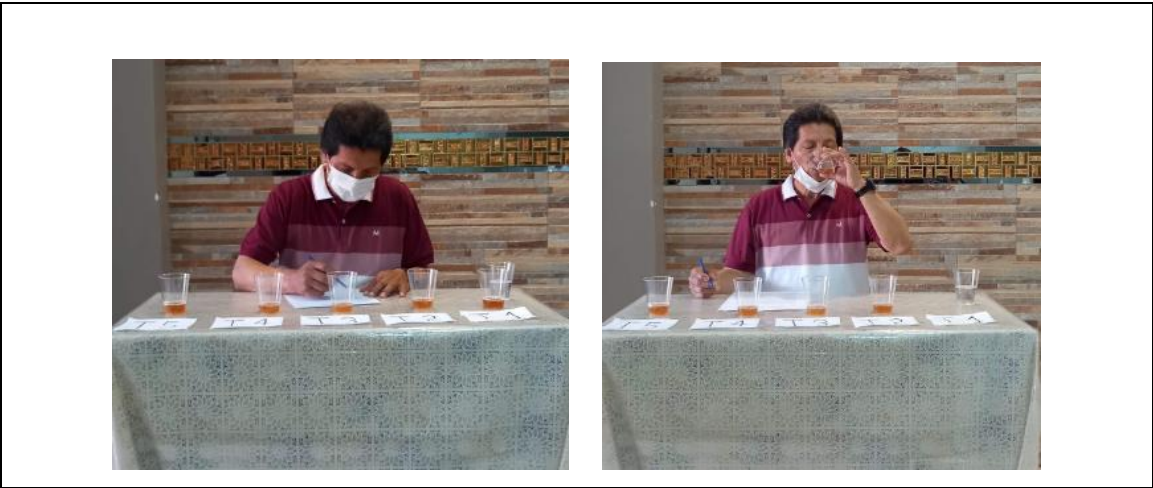
ANEXO 17: FOTOS REALIZANDO EVALUACION SENSORIAL











ANEXO 18: CONSENTIMIENTO INFORMADO – EVALUACIÓN SENSORIAL


L

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima, 08 de Diciembre del 2021.

Yo, Cristópher Ricardo Villarreal Yparaguire
con DNI N° 76323792, de edad 18 años.

Mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestras de cerveza artesanal. Tengo conocimiento que el producto contiene alcohol, por tanto, doy constancia que puedo participar en esta evaluación porque no padezco de alguna enfermedad hepática.



Firma
DNI N° 76323792

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima, 08 de Diciembre del 2021.

Yo,

Kani Supin Yauraguarie Tuxiata
con DNI N° 10365797, de edad 45 años.

Mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestras de cerveza artesanal. Tengo conocimiento que el producto contiene alcohol, por tanto, doy constancia que puedo participar en esta evaluación porque no padezco de alguna enfermedad hepática.



Firma

DNI N° 10365797

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima, 08 de Diciembre del 2021.

Yo, Ricardo Villarreal Vargas
con DNI N° 43408417, de edad 43 años.

Mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestras de cerveza artesanal. Tengo conocimiento que el producto contiene alcohol, por tanto, doy constancia que puedo participar en esta evaluación porque no padezco de alguna enfermedad hepática.



Firma

DNI N° 43408417

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lima, 08 de Diciembre del 2021.

Yo, SARA TELLO MUSTE
con DNI N° 42923271, de edad 36 años.

Mediante el presente documento doy mi consentimiento para participar en la evaluación sensorial de muestras de cerveza artesanal. Tengo conocimiento que el producto contiene alcohol, por tanto, doy constancia que puedo participar en esta evaluación porque no padezco de alguna enfermedad hepática.

Suspi

Firma

DNI N° 42923271

ANEXO 19: AUTORIZCIÓN DE EMPRESA CBC PARA USO DE LABORATORIO



Lima, 12 de diciembre de 2021

Sr. Marceliano Benites Espinoza

Estimado:

Con mucho gusto le aceptamos su solicitud de brindarle nuestra colaboración para que pueda llevar a cabo parte de su investigación (tesis de maestría de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao) sobre elaboración de cerveza artesanal de camote amarillo como sustitución de malta de cebada en el laboratorio de Planta Huachipa, le damos autorización para que use las instalaciones del laboratorio, equipos, materiales y reactivos para análisis fisicoquímico de la cerveza artesanal.

Le deseo mucho éxito en su investigación y confiamos que la misma resulte una aportación valiosa a la sociedad.

Atentamente,

Kattia Consuelo Quintana Canlla
Jefe de Calidad Plata Huachipa
CBC Peruana S.A.C.
DNI N° 70421172

Dirección Legal: Av. Víctor Andrés Belaunde N° 332, Oficina 201, San Isidro, Lima, Lima

ANEXO 20: CONSTANCIA DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO REALIZADO EN LABORATORIO DE LA EMPRESA CBC PERUANA S.A.C.



CONSTANCIA

Jefe de Calidad de Planta Huachipa - CBC Peruana S.A.C.

HACE CONSTAR:

Que el Sr. Marceliano Benites Marceliano, identificado con DNI 15853277, ha realizado análisis físicoquímico (grado alcohólico, color, pH, acidez, estabilidad de espuma y densidad) en el laboratorio de Calidad de Planta Huachipa de diez muestras de cerveza artesanal elaborada con camote amarillo y malta de cebada como parte de su investigación (tesis de maestría de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao); dichos análisis lo realizó en el mes de diciembre del año 2021.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Lima, 27 de julio del 2022.

Atentamente,

Kattia Consuelo Quintana Canlla
Jefe de Calidad Plata Huachipa
CBC Peruana S.A.C.
DNI N° 70421172

Dirección Legal: Av. Victor Andrés Belaunde N° 332, Oficina 201, San Isidro, Lima, Lima

**ANEXO 21: NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP 213.014 2016. CERVEZA.
Requisitos)**

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 213.014 2016
----------------------------------	-----------------------------

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

CERVEZA. Requisitos

BEER. Requirements

**2016-03-30
3ª Edición**

R.D. N° 005-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-04-14

Precio basado en 08 páginas

I.C.S.: 67.160.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cerveza, bebida, bebida alcohólica

© INACAL 2016

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. CLASIFICACIÓN	4
6. CONDICIONES GENERALES	6
7. REQUISITOS	6
8. MUESTREO	7
9. ENVASE Y ROTULADO	8
10. ANTECEDENTE	8

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Cerveza, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de octubre a noviembre de 2015, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Cerveza presentó a la Dirección de Normalización -DN-, con fecha 2015-12-30, el PNT 213.014:2015, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2016-01-29. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana NTP 213.014:2016 CERVEZA, Requisitos, 3ª Edición, el 14 de abril de 2016.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 213.014:2014 CERVEZA, Requisitos. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Sociedad Nacional de Industrias – Comité de Fabricantes de Cervezas
Presidente	Patricia Valdez Ladrón de Guevara- Cámara de Comercio de Lima
Secretaría	Nelly Nakamatsu Nakamatsu

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Sociedad Nacional de Industrias -SNI	Carlos Matos Rodríguez Luis Adrianzen Quintanilla
U.C.P. Backus y Johnston S.A.A.	Ricardo Espinosa García Hasbraly Calizaya Pinto
Cervecería San Juan S.A.	Walter Proetzel Reelitz
AmBev Perú S.A.C.	Walter Acosta Sierra
Ministerio de la Producción	Flor Cruzado González
NSF International Analytical Services S.A.C.	Cecilia Torres Cóndor Carmen Quintana Rodríguez
Certificaciones del Perú S.A.	Gloria Reyes Robles Esther Terrones Bazán

—oooOooo—

CERVEZA. Requisitos

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir las cervezas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos, con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Normas Técnicas Nacionales

2.1	NTP 210.027:2011	BEBIDAS ALCOHOLICAS. Rotulado
2.2	NTP 209.038:2009 (revisada el 2014)	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado
2.3	NTP 213.004:2015	CERVEZA. Alcohol en cerveza por destilación
2.4	NTP 213.037:2015	CERVEZA. Método para determinar el extracto original, real y aparente en cervezas

2.5	NTP 213.038:2015	CERVEZA. Determinación de dióxido de carbono. Método de presión
2.6	NTP 213.027:2016	CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color
2.7	NTP 213.013:2015	CERVEZA. Toma de muestras

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las cervezas.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **aditivos alimentarios:** Cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluido los organolépticos) en sus fases de producción, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características.

4.2 **coadyuvante de elaboración:** Toda sustancia o materia, excluidos aparatos y utensilios, que en cuanto tal no se utiliza como ingrediente alimentario y que se emplea intencionadamente en la elaboración de materias primas, alimentos o sus ingredientes, para lograr alguna finalidad tecnológica durante el tratamiento o la elaboración pudiendo dar lugar a la presencia no intencionada pero inevitable, de residuos o derivados en el producto final.

4.3 **adjuntos cerveceros:** Materias primas que sustituyan parcialmente a la malta, o al extracto de malta, en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá superar el 45 % en relación al extracto original o primitivo.

Se consideran adjuntos cerveceros a la cebada cervecera y a los cereales, malteados o no, aptos para el consumo humano, a excepción de los productos definidos como cebada malteada o malta y extracto de malta.

También se consideran adjuntos cerveceros a los almidones y azúcares de origen vegetal.

4.4 **agua de bebida:** Agua que puede ser consumida debido a que no representa un riesgo para la salud.

4.5 **cebada malteada o malta:** Es el producto resultante de someter el grano de cebada a un proceso controlado de remojo, germinación, secado y/o tostado. Las maltas de otros cereales deberán denominarse de acuerdo con su procedencia: malta de trigo, malta de maíz, es decir deberá denominarse "malta..." seguido del nombre del cereal.

4.6 **cerveza:** Se entiende exclusivamente por cerveza a la bebida resultante de un proceso de fermentación controlado, mediante levadura cervecera, de un mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Una parte de la cebada malteada o de extracto de malta podrá ser reemplazada por adjuntos cerveceros.

4.7 **lúpulo:** Son los conos de la inflorescencia del *Humulus lupulus*, bajo su forma natural o industrializada aptos para el consumo humano.

4.8 **extracto original o extracto primitivo:** Es la cantidad de sustancias disueltas (extracto) del mosto que dio origen a la cerveza y se expresa en porcentaje (%) en peso o grados Plato (°P).

4.9 **mosto de cerveza:** Es la solución acuosa de carbohidratos, proteínas, sales minerales y demás compuestos resultantes de la degradación enzimática de la malta, con o sin adjuntos cerveceros, con lúpulo, realizada mediante procesos tecnológicos adecuados.

5. CLASIFICACIÓN

Las cervezas se clasifican en:

5.1 Respecto a su extracto original o extracto primitivo:

5.1.1 **Cerveza liviana:** Es la cerveza cuyo extracto original es mayor o igual a 5 % en peso y menor que 9,0 °P en peso. Podrá denominarse "light" a la cerveza liviana cuando también cumpla con los requisitos a) y b).

- a) Reducción de 25 % del contenido de nutrientes y/o del valor energético con relación a una cerveza similar del mismo fabricante (misma marca) o del valor medio del contenido de tres cervezas similares conocidas, que sean producidas en la región; y
- b) Valor energético de la cerveza lista para el consumo: máximo de 35 Kcal/100 mL .

5.1.2 **Cerveza:** Es la cerveza cuyo extracto original es mayor o igual a 9,0 °P en peso.

5.2 Respecto al grado alcohólico:

5.2.1 **Cerveza sin alcohol:** Se entiende a la cerveza cuyo contenido alcohólico es inferior o igual a 0,5 % en volumen.

5.2.2 **Cerveza con alcohol:** Es la cerveza cuyo contenido alcohólico es superior a 0,5 % en volumen.

5.3 Respecto al color:

5.3.1 **Cervezas claras:** color < 30 unidades E.B.C.

5.3.2 Cervezas oscuras: color ≥ 30 unidades E.B.C.

5.4 Respecto a la proporción de materias primas

5.4.1 Cerveza

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo contenido de cebada malteada es igual o mayor que 55 % en peso.

5.4.2 Cerveza 100 % malta o de pura malta

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto primitivo proviene exclusivamente de cebada malteada.

5.4.3 Cerveza de ... (seguida del nombre del o de los cereales mayoritarios)

Es la cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un 80 % en peso de la totalidad de los adjuntos cerveceros referido a su extracto original (no menos del 20 % en peso de malta). Cuando dos o más cereales aporten igual cantidad de extracto original, deben citarse todos ellos.

5.4.4 Denominaciones especiales

5.4.4.1 Cerveza aromatizada, coloreada y/o saborizada, es el producto al cual se le ha adicionado aromatizantes y/o saborizantes limitados por buenas prácticas de manufactura y demás sustancias aprobadas por la autoridad sanitaria competente. Véase el apartado 4.6.

6. CONDICIONES GENERALES

6.1 Se deberá tener en cuenta la legislación nacional vigente para la elaboración, preparación, manipulación y conservación del producto.

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

6.3 Prácticas permitidas

El agua de proceso puede ser corregida mediante tratamientos que no dejen residuos nocivos a la salud.

6.4 Prácticas no permitidas.

No está permitida la adición o uso en el proceso de producción:

- Alcoholes, cualquiera sea su procedencia.
- Agentes edulcorantes artificiales.
- Sustitutos del lúpulo o sus derivados por otros.
- Usar saponinas u otras sustancias espumígenas no autorizadas expresamente.

7. REQUISITOS

7.1 Las cervezas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- 7.1.1 Contener un mínimo de 0,3 % de dióxido de carbono por peso.
- 7.1.2 Contener un mínimo de extracto original del 5 % en peso.
- 7.1.3 El contenido de alcohol debe estar de acuerdo a su clasificación (véase en los apartados 5.2.1 y 5.2.2).
- 7.1.4 El color debe estar de acuerdo a su clasificación (véase en los apartados 5.3.1 y 5.3.2).
- 7.2 **Requisitos específicos**
- 7.2.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1 .

TABLA 1

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	MÍNIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	0,5	NTP 213.004
Extracto original	°Plato	5	NTP 213.037
Contenido de dióxido de carbono	Volumenes de CO ₂	0,3	NTP 213.038
Color	EBC	*	NTP 213.027

* Véase en los apartados 5.3.1 y 5.3.2 .

8. MUESTREO

Las muestras se extraerán de acuerdo a la NTP 213.013 .

9. ENVASE Y ROTULADO

9.1 Envase: Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

9.1.1 Los envases para el expendio de la cerveza deberán cumplir con las buenas prácticas de manufactura. La cerveza debe envasarse en recipientes de material resistente a la acción del producto que no alteren las características del mismo.

9.2 Rotulado: Los requisitos del rotulado deberán ser los establecidos en la NTP 210.027 en lo que aplique.

10. ANTECEDENTE

NTP 213.014:2014

CERVEZAS. Requisitos

ANEXO 22: NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE (NTON 03 038-06. BEBIDAS FERMENTADAS. CERVEZA. ESPECIFICACIONES).

ICS 87.180.10/87.180.20

NTON 03 038 – 06 Primera Revisión

Mayo – 08 1/8

Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio
Telefax: 2774671, Norma Técnica Nicaragüense (NTN)



**BEBIDAS FERMENTADAS. CERVEZA.
ESPECIFICACIONES**

**NTON
03 038 – 06
Primera
Revisión**

NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE

Derecho de reproducción reservado

Continúa

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 038 – 06 Primera Revisión. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Bebidas Fermentadas. Cerveza. Especificaciones y en su elaboración participaron las siguientes personas en representación de sus instituciones:

Rüdiger Adelman	Compañía Cervecera de Nicaragua
Nidia Menicucci	Compañía Cervecera de Nicaragua
William Ramírez	Compañía Cervecera de Nicaragua
Ileana Prado	Compañía Cervecera de Nicaragua
Manuel Novoa	Compañía Cervecera de Nicaragua
Geraldo Melo de Queirós	Cervecería Río
Wilson José Fornacier	Cervecería Río
Fernando Argueta	Cervecería Río
Samantha Aguilar Beteta	Taboada y Asociados (Cervecería Río)
José Ángel Reyes	ENSA
Enrique Brenes	Suplidora Internacional
Manuel Bermúdez	Cámara de Comercio de Nicaragua
Andrés Gómez Palacios	Policia Nacional - DIE
Francisco Pérez	LABAL
Fátima Juárez	CNDR-MINSA
Clara Ivania Soto	Ministerio de Salud (MINSA)
Javier Cruz	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)
Noemí Solano	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)

Esta norma fue revisada y aprobada por el Comité Técnico de Bebidas Fermentadas en la sesión de trabajo el día 25 de mayo de 2006.

Continúa

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones, requisitos y los métodos de ensayo que debe cumplir la cerveza que haya sido o no sometida a pasteurización y/o microfiltración durante el proceso de elaboración.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma aplica a todas las cervezas que se elaboran y comercializan en el territorio nacional, sean estas de producción nacional o importadas.

3. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

3.1 Cerveza. Bebida resultante de un proceso de fermentación alcohólica controlado, por medio de levadura cervecera, de un mosto elaborado con agua potable, malta y/o sus extractos sola o mezclada con azúcar y/o otros productos amiláceos, adicionado de lúpulo y/o sus extractos y concentrados. La adición de otros granos y azúcar es facultativa

3.2 Malta. Cebada que ha sido sometida a un proceso de germinación controlada y posterior tostación, en condiciones adecuadas para ser utilizada en la elaboración de cerveza.

3.3 Mosto de cerveza. Es la solución en agua potable de carbohidratos, proteínas, sales minerales y demás compuestos resultantes de la degradación enzimática de la malta, con o sin adyuntos cerveceros realizada mediante procesos tecnológicos adecuados

3.4 Aditivos alimentarios. Son aquellas sustancias que entran en la formulación de una bebida alcohólica fermentada con el objeto de preservar, estabilizar o mejorar su color, olor y apariencia, siempre que no perjudiquen su valor nutritivo, normalmente no se consumen como bebidas, ni se usan como ingredientes característicos de la bebida, tengan o no valor nutritivo y cuya adición intencional, en cualquiera de las fases de producción, resulta o es de prever que resulte (directa o indirectamente), en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales bebidas o afecten a las características de éstas

3.5 Bebida alcohólica fermentada. Es la bebida alcohólica obtenida por la fermentación de jugos azucarados de frutas o por la fermentación de azúcares obtenidos de almidón de cereales, por cualquier proceso de conversión.

3.6 Buenas prácticas de manufactura. Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos, los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente.

3.7 Etiqueta. Cualquier marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado en relieve o en hueco-grabado o adherido al envase o tapón de una bebida alcohólica fermentada, que cumpla con las disposiciones de la presente Norma.

Continúa

- 3.8 Etiquetado.** Cualquier material escrito, impreso o gráfico que contiene la etiqueta.
- 3.9 Ingrediente.** Cualquier sustancia incluidos los aditivos alimentarios que se emplee en la fabricación, preparación y conservación de las bebidas y esté presente en el producto final, aunque posiblemente en forma modificada.
- 3.10 Lota.** Es una cantidad determinada de una bebida producida en condiciones esencialmente iguales que se identifica mediante un código al momento de ser envasado.
- 3.11 Métodos de prueba.** Procedimientos analíticos utilizados en el laboratorio para comprobar que un producto satisface las especificaciones que establece la norma.
- 3.12 Grado alcohólico.** Porcentaje en volumen de alcohol etílico contenido en una bebida alcohólica, referido a 20 °C.
- 3.13 Cerveza saborizada.** Es la cerveza a la que se le ha adicionado aromas/jugos/extracto de origen vegetal aprobados por la autoridad competente definida en esta norma.
- 3.14 Adjuntos.** Toda fuente donadora de almidón o azúcares fermentables.
- 3.15 Lúpulos.** Flor o extractos naturales o procesados de la flor *Humulus Lupulus*.
- 3.16 Extracto original de cerveza.** Es la concentración de la cerveza expresada en % en masa y calculada a partir de la concentración de alcohol y del extracto real o verdadero de la misma.

4. CLASIFICACION DE LA CERVEZA

Las cervezas se denominan de acuerdo a las siguientes características:

- 4.1 Según la "Especie de levadura"**
- 4.1.1 Cervezas de baja fermentación, es elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *saccharomyces uvarum*, las cuales tienden a sedimentar al concluir el proceso de fermentación.
- 4.1.2 Cerveza de alta fermentación, es elaborada usando levaduras cultivadas de la especie *saccharomyce cerevisiae*, las cuales tienden a flotar sobre la superficie del producto al concluir el proceso de fermentación.
- 4.2 Según el "Grado Alcohólico"**
- 4.2.1 Cervezas sin alcohol, es la que tiene un contenido alcohólico inferior o igual a 0,5% en volumen
- 4.2.2 Cervezas con alcohol, es la que tiene un contenido alcohólico superior a 0,5% en volumen

Continúa

4.3 Según el "Contenido Calórico"

4.3.1 Podrá denominarse cerveza light o ligera la cerveza suave que contenga un valor energético máximo de 150 kJ/100 ml.

4.4 Según la "proporción de materias primas"

4.4.1 Cerveza de [...] (seguido del nombre del o de los cereales mayoritarios) Cerveza elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene mayoritariamente de adjuntos cerveceros. Podrá tener hasta un máximo de 80% en peso de la totalidad de las materias primas adicionadas. Cuando dos o más cereales contribuyan en igual cantidad se deben declarar todos en la etiqueta.

4.4.2 Cerveza, es aquella que es elaborada a partir de un mosto cuyo extracto original proviene de malta de cebada. Deberá tener hasta un mínima de 50% en peso de la totalidad de las materias primas adicionadas provenientes de malta.

5. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

5.1 Agua potable. Agua tratada exenta de contaminantes y apta para consumo humano

5.2 Cereales: Los cereales utilizados para la fabricación de cerveza deben estar libres de sustancias que puedan dañar la salud de los consumidores.

5.3 Lúpulo: El lúpulo utilizado en la fabricación de cervezas no debe contener sustancias extrañas o perjudiciales para la salud de los consumidores.

5.4 Azúcar. La industria nacional que utilice azúcar en la elaboración de la cerveza, debe cumplir con la legislación nacional vigente. El azúcar utilizada en la elaboración de cervezas importadas, únicamente debe ser declarada como ingrediente en la etiqueta.

5.5 Levadura. La levadura para la fabricación de cerveza deberá de provenir de un cultivo puro.

5.6 Aditivos. Los aditivos utilizados en la elaboración de cerveza están sujetos a las clasificaciones establecidas en el Codex Alimentarius.

6. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS

6.1 Características generales.

6.1.1 No se permite el uso de materiales filtrantes como asbesto u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas.

6.1.2 La cerveza deberá estar libre de cualquier ingrediente dañino a la salud.

6.1.3 La cerveza puede contener solamente los aditivos, colorantes y preservantes establecidos por el Codex Alimentarius.

Continúa

6.1.4 Las industrias que elaboren y distribuyan cervezas deberán cumplir con la NTON 03 069 – 06/RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales.

6.1.5 La cerveza deberá estar libre de insectos o restos de ellos y de cualquier otro tipo de fragmento tales como plástico, metales u otras impurezas externas.

6.1.6 El alcohol etílico de la cerveza deberá provenir de la fermentación del mosto con la levadura de cerveza. No se permite la adición de alcohol a la misma.

6.2 Características sensoriales. La cerveza deberá cumplir con las características propias del producto.

6.3 Características físico-químicas: La cerveza deberá cumplir con los requisitos físico-químicos establecidos en la Tabla 1.

6.4 Metales pesados. La cerveza deberá cumplir con los requisitos físico-químicos establecidos en la Tabla No. 2

6.5 Características microbiológicas: La cerveza deberá cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la Tabla 3.

Tabla 1. Requisitos físico-químicos de la cerveza

Requisitos	Unidades	Especificaciones
Grado Alcohólico	% Vol	0 – 12.0
Extracto original	% m/m	Min. 4.0
Unidades de Amargo	EBU*	2.0 – 100
PH		3,0 – 4,8
CO ₂	(% v/v)	2,0 – 4,0

* EBU equivale a B.U. (European Bitter Unites)

Tabla 2. Límites de metales pesados en la cerveza

Metales pesados	Unidades	Límites máximos
Plomo, expresado como Pb	(mg/ l)	0.1
Hierro, expresado como Fe	(mg/ l)	0.2
Cobre, expresado como Cu	(mg/ l)	1.0
Cinc, expresado como Zn	(mg/ l)	1.0
Arsénico, expresado como As	(mg/ l)	0.1

6.6 La autoridad competente podrá realizar los análisis de metales pesados establecidos en la tabla 2, cuando lo estime conveniente.

Continúa

Tabla 3. Requisitos microbiológicos de la cerveza

Microorganismo	Límites máximos
Recuento total de microorganismos mesófilos, UFC/ml	100
Recuento total de mohos, UFC/ml	20
Coliformes y microorganismos patógenos	Ausente

7. MUESTREO Y CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO

7.1 Muestreo: Para el cumplimiento de los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos, todas las plantas que elaboren y/o comercialicen cervezas deben de tener un programa de monitoreo y muestreo. Este programa debe ser capaz de monitorear el producto en las diferentes etapas del proceso de manufactura y comercialización para asegurar el cumplimiento de los parámetros en la cerveza. Las muestras deben ser representativas y tomadas aleatoriamente cerca del punto en uso.

7.2 Criterio de aceptación o rechazo: Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en la presente norma, se rechazará el lote de la muestra ensayada. En caso de discrepancia, se volverá a hacer un muestreo repitiéndose el ensayo en un laboratorio debidamente acreditado. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote de la muestra ensayada.

7.3 El muestreo y aceptación por parte de las autoridades sanitarias será llevados a cabo de acuerdo al documento "planes de muestreo para alimentos preenvasados CAC/RA 42-1969 del CODEX ALIMENTARIUS".

8. METODOS DE ENSAYOS Y ANALISIS

8.1 Ensayos físico-químicos y metales pesados. Estos análisis se efectuaran mediante lo indicado en los métodos ASBC, EBC, AOAC o MEBAK.

8.2 Ensayos Microbiológicos. Estos análisis se efectuaran mediante lo indicado en los métodos microbiológicos, ASBC, EBC o MEBAK.

9. ETIQUETADO

El etiquetado de la cerveza se hará de acuerdo a lo dispuesto en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Bebidas Alcohólicas. Etiquetado de Bebidas Fermentadas.

Continúa

10. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

10.1 Almacenamiento y transporte. El almacenamiento y transporte de la cerveza debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la NTON 03 069 – 06/RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales.

11. REFERENCIAS

- a) Ley General de Salud
- b) Código de Prácticas de Higiene para la elaboración expendio de alimentos en la vía pública
- c) la NTON 03 069 – 06/RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales.
- d) NTON 03 021 -99 Norma de etiquetado de alimentos preenvasados para consumo humano
- e) Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, NTON 01 001-96, Metodología para la presentación de Normas Técnicas Nicaragüenses
- f) Norma Guatemalteca Obligatoria COGUANOR NGO, 33 006; Bebidas Alcohólicas, Fermentadas. Cerveza. Especificaciones.
- g) Resolución MERCOSUR/GMC/RES. N 14/01; Reglamento Técnico MERCOSUR de Productos de Cervecería
- h) American Society of Brewing Chemists (ASBC)
- i) European Brewery Convention (EBC)
- j) Mitteleuropäischen Brautechnischen Analysenkommission eV (MEBAK) (Comisión de análisis técnicos cerveceros de Europa Central)
- k) Association of Official Analytical Chemists AOAC 15th Edition, 1990

12. OBSERVANCIA DE LA NORMA

La verificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio Salud a través de la Dirección Control de Alimento y el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio a través de la Dirección de Defensa del Consumidor.

13. ENTRADA EN VIGENCIA

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia a partir de su publicación en la Gaceta Diario Oficial.

14. SANCIONES

El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente norma, debe ser sancionado conforme la legislación vigente.

ULTIMA LINEA

ANEXO 23: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 2262:2013. BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS).



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2262
Primera revisión
2013-11

BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS

ALCOHOLIC BEVERAGES. LIQUORS. REQUIREMENTS

Correspondencia:

DESCRIPTORES: Bebidas alcohólicas, cerveza, requisitos
ICS: 67.160.10

9
Páginas

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

1. OBJETO

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

2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

En donde:

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

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

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

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

3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

3.3 Prácticas Permitidas

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

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

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

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

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

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

3.3.7 Se permite la carbonatación por refermentación en botella o barril, o por inyección de CO₂.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales.

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.

3.4.1.4 Saponinas.

3.4.1.5 Colorantes artificiales.

3.4.1.6 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.7 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 La clasificación de las cervezas será la siguiente:

4.1.1 Por su grado alcohólico:

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

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

4.1.2 Por su extracto original:

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

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

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

El extracto original se calcula usando la siguiente fórmula:

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

En donde:

p = extracto original en % Plato.

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

E_R = extracto real de la cerveza en % Plato.

4.1.3 Por su color:

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

4.1.3.2 Cervezas oscuras (negras): color ≥ 20 unidades EBC.

4.1.4 Por su tipo de fermentación:

4.1.4.1 Cervezas Lager, para la fermentación "baja".

4.1.4.2 Cervezas Ale, para la fermentación "alta".

4.1.4.3 Cervezas de fermentación mixta.

4.1.5 Por la proporción de materias primas:

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

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

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

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

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

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos

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

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

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

6. INSPECCIÓN

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

7. ENVASADO

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

8. ROTULADO

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

APENDICE Z**Z.1. DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 339	<i>Bebidas alcohólicas. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-17	<i>Control microbiológico de los alimentos. Bacterias anaerobias mesófilas Recuento en tubo por siembra en masa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1933	<i>Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2322	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de alcohol.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2323	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de acidez total.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2324	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de dióxido de carbono CO₂ y aire.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2325	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2326	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de hierro.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2327	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2328	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de zinc.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2329	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación arsénico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2330	<i>Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación plomo.</i>

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2262 Primera revisión	TÍTULO: BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	Código: ICS 97.160.10
--	--	------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-02-23	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2002-02-08 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 03 059 de 2003-02-20 publicado en el Registro Oficial No. 33 del 2003-03-05 Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: a

Subcomité Técnico de: **Bebidas alcohólicas**

Fecha de iniciación: 2010-06-24

Fecha de aprobación: 2011-10-10

Integrantes del Subcomité:

NOMBRES:

Rodrigo Obando (Presidente)
 Felipe Salvador
 Alberto Salvador
 Diana Cabrera
 Manuel Auquilla Terán
 Carmen Gallardo Gallardo
 José Miguel Sanchez
 María Cristina Moreno
 Imeldo Valdéz
 Elena Martinot
 Patricia Manguashca
 Jorge Villa
 Mónica Sosa
 Ana María Hidalgo
 Sandra Astudillo Calle
 Inés Malo
 Lorena Tapia
 Talía Palacios
 Ullrich Stahl
 Carlos Moran
 Javier Carvajal
 Gonzalo Arteaga (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

LICORAM
 ALCOPEA S.A.
 ALCOPEA S.A.
 AZENDE (ZUMIR)
 AZENDE (ZUMIR)
 BUSTAMANTE Y BUSTAMANTE
 CERVECERIA NACIONAL
 EMBOTELLADORA AZUAYA
 ILEPSA S.A.
 ILEPSA S.A.
 ILSA S.A.
 ILVISA
 INH IZQUIETA PEREZ
 LABORATORIO OSP-UCE
 LICORES SAN MIGUEL
 LICORES SAN MIGUEL
 MIPRO
 MIPRO
 UPIANA Cia. Ltda.
 LICORERA MORAN
 PUCE
 INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2262:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2262:2003

♦¹⁰ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Obligatoria

Por Resolución No. 13402 de 2013-10-31

Registro Oficial No. 127 de 2013-11-20

**ANEXO 24: PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE CERVEZA ESTABLECIDOS
POR CERVECERA CHILE S.A.**

PARAMETRO	TOLERANCIA INFERIOR	ESTANDAR INFERIOR	ESTANDAR SUPERIOR	TOLERANCIA SUPERIOR
Alcohol (%v/v)	3,80	3,90	4,30	4,40
pH	4,15	4,20	4,50	4,55
Color (°EBC)	8,00	8,50	10,00	10,50
Amargor (°BU)	13,00	13,50	16,50	17,00
Espuma (segundos)	210	230	260	280
Turbidez (°EBC)	-	-	0,70	0,80
Ca (ppm)	0,0	20,0	60,0	-
Cl (ppm)	-	-	250,0	300,0
SO ₄ (ppm)	-	-	85,0	110,0
CO ₂ (g/l)	4,90	4,90	5,30	5,40

Fuente: Rodríguez Cárdenas (2003).