

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**FORMULACION DE CERVEZA ARTESANAL TIPO PALE ALE CON CEBADA
DEL TIPO SAN CRISTOBAL PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ANTA**

PRESENTADO POR:

Br. Zaibatsu Fernandez Urbina

Br. Abel Alipio Huahuacondori Bustamante

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO QUÍMICO**

ASESORA:

Dra. Amanda Rosa Maldonado Farfán

PATROCINADO POR:

Instituto Nacional de Innovación Agraria -
Cusco (INIA)

CUSCO - PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: FORMULACION DE CERVEZA
ARTESANAL TIPO PALE ALE CON CEBADA DEL TIPO SAN CRISTOBAL PROCEDENTE DE LA
PROVINCIA DE ANTA

presentado por: ZAIBATSU FERNANDEZ URBINA con DNI Nro.: 75252464

presentado por: ABEL ALPIO HUAHUACONDORI BUSTAMANTE con DNI Nro.: 75238336

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO QUIMICO

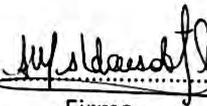
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de ENERO de 2024



Firma

Post firma Dra. Ing. AMANDA ROSA MALDONADO FARFAN

Nro. de DNI 23822559

ORCID del Asesor 0000-0002-4870-7078

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID: 27259:302642745

NOMBRE DEL TRABAJO

**Formulacion de cerveza artesanal turni.p
df**

AUTOR

**FERNANDEZ URBINA ZAIBATZU / HUAH
UACONDORI BUSTAMANTE ABEL ALIPI
O**

RECUENTO DE PALABRAS

16867 Words

RECUENTO DE CARACTERES

79573 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

90 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 10, 2024 7:02 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 10, 2024 7:03 AM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

Presentación

Señor decano y distinguidos docentes del Departamento Académico de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de Procesos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, se presenta a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado:

FORMULACION DE CERVEZA ARTESANAL TIPO PALE ALE CON CEBADA DEL TIPO SAN CRISTOBAL PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ANTA

Para optar al título profesional de Ingeniero Químico.

Contenido

Presentación	i
Resumen.....	ix
Abstract	xi
Introducción	1
1 Capítulo 1.....	2
1.1 Problemática.....	2
1.2 Problema Principal	3
1.3 Problemas Secundarios	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Justificación.....	4
2 Capítulo 2.....	6
2 Marco Teórico.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1 Antecedentes Nacionales	6
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	7
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Cebada.....	7
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	8
2.2.3 Variedades de cebada.....	8

2.2.4	Cebada San Cristóbal (<i>Hordeum vulgare</i>)	10
2.2.5	Características de una buena cebada cervecera	12
2.2.6	Germinación de la cebada	12
2.2.7	Malta	13
2.2.8	Tipos de malta.....	13
2.2.9	Malta pale ale Bestmalz	14
2.2.10	Lúpulo	15
2.2.11	Composición del lúpulo	16
2.2.12	Agua.....	17
2.2.13	Levadura	18
2.2.14	Fermentación alcohólica	20
2.2.15	Componentes del mosto	21
2.2.16	Cerveza	23
2.2.17	Cerveza artesanal	24
2.2.18	Consumo de cerveza artesanal en el Perú	26
2.2.19	Requisitos que deben cumplir las cervezas.....	26
2.2.20	Equipo Alcoolyzer Beer Me	28
2.3	Hipótesis.....	29
2.3.1	Hipótesis General.....	29
2.3.2	Hipótesis específicas.....	29
3	Capítulo 3.....	30

3	Metodología	30
3.1	Muestra.....	30
3.2	Materiales	30
3.3	Métodos.....	32
3.3.1	Germinación de la cebada.....	32
3.3.2	Obtención de malta	35
3.3.3	Proceso de elaboración de cerveza artesanal	37
3.3.4	Metodología para obtener requisitos según NTP 213.014.....	42
4	Capítulo 4.....	52
4	Resultados y Discusiones.....	52
4.1	Tiempo de germinación de la cebada San Cristóbal	52
4.2	Determinación de la temperatura y tiempo de residencia de malteado.....	54
4.3	Determinación del porcentaje de sustitución de la malta importada con malta San Cristóbal.....	58
4.3.1	Porcentaje de alcohol	58
4.3.2	Extracto Original (° Plato)	64
4.3.3	Determinación de dióxido de carbono	69
4.3.4	Color por espectrofotometría	75
	Conclusiones.....	83
	Recomendaciones	84
	Referencias Bibliográficas.....	85
5	Apéndice	91

5.1	Análisis sensorial.....	91
6	Anexos	95
6.1	Anexo 1: Hoja de análisis sensorial	95
6.2	Anexo 2: Especificaciones del equipo Alcoalyzer beer me	96
6.3	Anexo 3: Constancia de pureza genética de cebada San Cristóbal	97
6.4	Anexo 4: Norma Técnica Peruana 213.014	98
6.5	Anexo 5: Norma Técnica Peruana 213.004	111
6.6	Anexo 6: Norma Técnica Peruana 213.037	130
6.7	Anexo 7: Norma Técnica Peruana 213.038	161
6.8	Anexo 8: Norma Técnica Peruana 213.027	181

Lista de figuras

Figura 2.1 <i>Cebada de dos Carreras</i>	9
Figura 2.2 <i>Cebada de cuatro carreras</i>	9
Figura 2.3 <i>Cebada de 6 carreras</i>	10
Figura 2.4 <i>Lúpulo</i>	16
Figura 2.5 <i>Diagrama descriptivo para la obtención de etanol a partir de glucosa</i>	21
Figura 3.1 <i>Diagrama de bloques para la germinación</i>	34
Figura 3.2 <i>Etapas previas a la germinación de la cebada San Cristóbal</i>	35
Figura 3.3 <i>Diagrama de bloques de elaboración de cerveza artesanal</i>	42
Figura 3.4 <i>Equipo para determinar la presión parcial dentro de la botella</i>	48
Figura 3.5 <i>Medición de la temperatura para determinación de volúmenes de CO₂</i>	49
Figura 4.1 <i>Tamizado de cebada San Cristóbal</i>	52
Figura 4.2 <i>Medición de porcentaje de humedad de la cebada San Cristóbal</i>	53
Figura 4.3 <i>Germinación de la cebada San Cristóbal</i>	54
Figura 4.4 <i>Variación de la humedad respecto al tiempo a 75°C, 85°C y 95°C</i>	55
Figura 4.5 <i>Grados Brix de cebada malteada a 75, 85 Y 95°C</i>	57
Figura 4.6 <i>Determinación de porcentaje de alcohol en el equipo Alcolizer Beer ME</i>	60
Figura 4.7 <i>Diagrama de Pareto Estandarizada para % ALCOHOL</i>	61
Figura 4.8 <i>Efectos principales para % ALCOHOL</i>	62
Figura 4.9 <i>Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada</i>	64
Figura 4.10 <i>Medición del Extracto original a través del equipo Alcolyzer Beer Me</i>	66
Figura 4.11 <i>Diagrama de Pareto Estandarizada para extracto original</i>	67
Figura 4.12 <i>Efectos principales para extracto original</i>	68
Figura 4.13 <i>Contornos de la Superficie de respuesta estimada</i>	69
Figura 4.14 <i>Medición de la presión parcial</i>	71

Figura 4.15 <i>Diagrama de Pareto estandarizada para CO2</i>	72
Figura 4.16 <i>Efectos principales para CO2</i>	73
Figura 4.17 <i>Grafica de interacción para CO2</i>	73
Figura 4.18 <i>Contornos de la superficie de respuesta estimada</i>	75
Figura 4.19 <i>Equipo Espectrofotómetro</i>	77
Figura 4.20 <i>Diagrama de Pareto para color</i>	78
Figura 4.21 <i>Efectos principales para color</i>	79
Figura 4.22 <i>Interacción para color</i>	79
Figura 4.23 <i>Contornos de la superficie de respuesta para color</i>	81

Lista de tablas

Tabla 2.1 <i>Calidad de grano de cebada San Cristóbal</i>	11
Tabla 2.2 <i>Especificaciones de la malta Pale Ale BESTMALZ</i>	15
Tabla 2.3 <i>Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua</i>	18
Tabla 2.4 <i>Enzimas presentes en la malta</i>	22
Tabla 2.5 <i>Análisis representativo de propiedades de la cerveza</i>	23
Tabla 2.6 <i>Requisitos NTP 213.014</i>	26
Tabla 2.7 <i>Alcoholes presentes en la fermentación de la cerveza</i>	27
Tabla 3.1 <i>Operacionalización de variables en la etapa de malteado</i>	36
Tabla 3.2 <i>Plan experimental para el malteado</i>	36
Tabla 3.3 <i>Plan experimental de control de grados Brix respecto al tiempo</i>	37
Tabla 3.4 <i>Valores de las variables independientes</i>	43
Tabla 3.5 <i>Operacionalización de variables para la formulación de cerveza artesanal</i>	43
Tabla 3.6 <i>Plan experimental para la obtención de cerveza artesanal y medición de requisitos</i>	45
Tabla 4.1 <i>Resumen de tiempos de malteado</i>	54

Tabla 4.2	<i>Variación de la humedad respecto al tiempo a 75°C, 85°C y 95°C</i>	55
Tabla 4.3	<i>Control de los grados Brix de la malta obtenida mediante maceración</i>	56
Tabla 4.4	<i>Resumen de control de grados Brix</i>	57
Tabla 4.5	<i>Determinación de porcentaje de alcohol</i>	59
Tabla 4.6	<i>Efectos estimados para el % de alcohol</i>	60
Tabla 4.7	<i>Análisis de Varianza para porcentaje de alcohol</i>	63
Tabla 4.8	<i>Determinación de Extracto original de la cerveza (° plato)</i>	65
Tabla 4.9	<i>Efectos estimados para extracto original</i>	66
Tabla 4.10	<i>Análisis de Varianza para extracto original</i>	68
Tabla 4.11	<i>Determinación de volúmenes de CO₂</i>	70
Tabla 4.12	<i>Efectos estimados para CO₂</i>	71
Tabla 4.13	<i>Análisis de Varianza para CO₂</i>	74
Tabla 4.14	<i>Resultados color por espectrofotometría</i>	76
Tabla 4.15	<i>Efectos estimados para color</i>	77
Tabla 4.16	<i>Análisis de Varianza para color</i>	80
Tabla 5.1	<i>indicadores de hipótesis para el análisis estadístico</i>	91
Tabla 5.2	<i>Valoración de los atributos amargor, nivel de espuma y flavor</i>	92
Tabla 5.3	<i>Análisis estadístico para atributo amargor</i>	93
Tabla 5.4	<i>Análisis estadístico para atributo nivel de espuma</i>	93
Tabla 5.5	<i>Análisis estadístico para atributo nivel de espuma</i>	94

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo formular una cerveza artesanal tipo Pale Ale a base de cebada de la variedad San Cristóbal como principal ingrediente; la cebada utilizada es genéticamente pura INIA 411 y fue proporcionada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

Se realizó todo el proceso de malteado y formulación de la cerveza artesanal en los laboratorios de Tecnologías, Tecnología de los Alimentos e Hidrocarburos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Para la etapa de germinado se sumergió el grano de cebada en agua durante 27 horas, dando como resultado la humedad de 45.79%. La cebada germinó por 64 horas, tiempo en que alcanzó el tamaño de raicilla alrededor del 75% del tamaño del grano, manteniendo en promedio la humedad en 42% a 46% a temperatura ambiente promedio de 15°C.

Para determinar la temperatura de malteado se realizó un control de los grados brix a las 3 muestras de malta obtenidas a 75, 85 y 95°C hasta un valor constante mediante maceración, se eligió la temperatura de 85°C de malteado y el tiempo de residencia fue de 300 minutos, a esta temperatura los grados Brix medidos fueron de 11.4 que en comparación con las otras dos temperaturas de malteado es el valor más alto, aparte que el tiempo de maceración fue de 90 minutos, siendo este el menor a comparación de las otras dos temperaturas de malteado.

El porcentaje de sustitución fue elegido según los datos obtenidos de las 9 combinaciones de malta con levadura que fueron sometidos a las pruebas de requisitos de la cerveza de la Norma Técnica Peruana 213.014, según los resultados en lo que respecta a requisitos de calidad de la cerveza todos los porcentajes de sustitución cumplen con lo que

establece la NTP 213.014, pero se seleccionó la muestra número 3, ya que esta presenta mayor porcentaje de sustitución de malta San Cristóbal (70%) y menor dosis de levadura (0.8g/1.6L de agua).

Abstract

The objective of this thesis was to formulate a Pale Ale craft beer based on barley of the San Cristóbal variety as the main ingredient; the barley used was clearly pure INIA 411 and was provided by the National Institute of Agrarian Innovation (INIA).

The entire process of malting and formulation of the craft beer was carried out in the Technology, Food Technology and Hydrocarbons laboratories of the Professional School of Chemical Engineering of the National University of San Antonio Abad del Cusco.

For the germination stage, the barley grain was submerged in water for 27 hours, resulting in a humidity of 45.79%. The barley germinated for 64 hours, time in which the root size reached around 75% of the grain size, maintaining an average humidity of 42% to 46% at an average room temperature of 15°C.

To determine the malting temperature, a control of the brix degrees was carried out on the 3 malt samples obtained at 75, 85 and 95°C up to a constant value by maceration, the malting temperature of 85°C and the malting time were chosen. Residence was 300 minutes, at this temperature the Brix degrees measured were 11.4, which is the highest value compared to the other two malting temperatures, apart from the fact that the maceration time was 90 minutes, this being the lowest compared to the other two malting temperatures.

The substitution percentage was chosen according to the data obtained from the 9 combinations of malt with yeast that were subjected to the beer requirements tests of the Peruvian Technical Standard 213.014, according to the results regarding beer quality requirements. All the substitution percentages comply with the provisions of NTP 213.014, but test number 3 was selected, since it presents a higher percentage of substitution of San Cristóbal malt (70%) and a lower dose of yeast (0.8g /1.6 L of water).

Introducción

Según el INEI el consumo per cápita de cerveza es de 45.4 litros, ubicando al Perú en el quinto lugar en América latina como consumidor; estos datos nos incentivan a desarrollar nuevos productos que beneficien a toda la cadena productiva, desde el agricultor que cultiva la cebada San Cristóbal INIA 411 en su mayoría a nivel de la región Cusco, los productores de cerveza artesanal y consumidores que encontrarán un producto de buena calidad a menor precio.

La ciudad del Cusco por ser altamente turística tiene la oportunidad de ofrecer al público extranjero productos elaborados naturalmente, ya que este público busca sabores exóticos y nuevos y la cerveza artesanal es una buena opción para lograr este objetivo.

La presente investigación busca formular una cerveza artesanal a base de cebada producida en la región, que permitirá revalorizar la producción agraria de la cebada del tipo San Cristóbal INIA 411 procedente de la provincia de Anta y obtener un producto con características similares o superiores a los productos que se encuentran actualmente en el mercado.

El encontrar una formulación de cerveza artesanal a base de cebada de la región en combinación con insumos importados que tenga las mejores características será el objetivo principal de esta tesis.

Capítulo 1

1.1 Problemática

Los bajos ingresos obtenidos por la comercialización de cebada en la región Cusco ha originado una reducción del cultivo de este grano por lo que muchos agricultores han buscado otras alternativas de ingreso económico y en algunos casos han cambiado de tipo de cultivo. El bajo consumo se agrava más porque no hay estudios que sustenten la aplicación de esta variedad de grano a nivel industrial, adicionalmente la mayoría de cervecerías artesanales utilizan malta importada, lo cual deja de lado a los productores locales, así como sucedió con la empresa Backus, que anteriormente compraban la cebada “Gunther” producida en el sector de Anta y posteriormente empezaron a importarla.

A nivel local una de las variedades que se cultiva es la cebada San Cristóbal, la cual presenta buenas características tales como: espiga aristada de densidad intermedia, buen tamaño y color claro de grano, así como un desarrollo óptimo entre los 3000 y 3800 msnm.

Desde el punto agrónomo tiene un rendimiento potencial de 6.87 t/ha y un rendimiento promedio en campo de agricultores de 3.546 t/ha lo cual; al sustentar en el presente trabajo de investigación que esta variedad de cebada San Cristobal INIA 411 tiene gran rango de aplicación amplio en la industria cervecera significara un mayor cultivo y por tanto mayor ingreso económico a los agricultores.

Otro dato económico a considerar es que la actividad productiva de manufactura en 2022 disminuyo 0.5% respecto al 2021 según (Banco Central de Reserva; filial Cusco, 2022), el sector agrícola y manufacturero ocupan el cuarto y tercer lugar respectivamente en crecimiento de valor agregado bruto en la región Cusco, el sector manufacturero resalta a Cervecería Backus y Embotelladora Arca Continental Lindley, mientras que en el sector agrícola los productos que mayor crecimiento tuvieron fue la papa y el café; el cultivo de

cebada va disminuyendo debido a que no se le encuentran aplicaciones en la industria manufacturera. (Banco Central de Reserva; filial Cusco, 2022).

El consumo de cerveza artesanal aumento respecto al 2019, Cusco es la segunda ciudad en el Perú que tiene mayor cantidad de cerveceras artesanales (Peves, 2022) lo cual lo hace mercado potencia para la malta producida a partir de cebada San Cristobal INIA 411.

Razones suficientes para iniciar un estudio de formulación de cerveza artesanal tipo Pale Ale con cebada de la variedad San Cristóbal procedente de la provincia de Anta - Cusco.

Por lo antes expuesto se hace necesario experimentar y encontrar alternativas de producción que sustituyan buen porcentaje de la malta importada por malta elaborada a partir de cebada de variedad San Cristóbal.

1.2 Problema Principal

¿Cuál es la mejor formulación de una cerveza artesanal tipo Pale Ale que incluya como ingrediente la cebada San Cristóbal procedente de la provincia de Anta- Cusco y que cumpla con características de calidad de la NTP 213.014?

1.3 Problemas Secundarios

- ¿Que tiempo de germinación requiere la cebada San Cristóbal para obtener malta Pale Ale?
- ¿Que temperatura y tiempo de residencia en el tostador se requiere para obtener mayor °Brix y humedad entre 2-3% para la obtención de malta Pale Ale?
- ¿Qué porcentaje de malta obtenida a partir de la cebada variedad San Cristóbal puede sustituir a la malta importada en la elaboración de una cerveza artesanal que cumpla con los requisitos de calidad (% alcohol, extracto original, contenido de CO₂, color)?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Formular una cerveza artesanal tipo Pale Ale con cebada de la variedad San Cristóbal procedente de la provincia de Anta - Cusco que cumpla con características de calidad de la NTP 213.014.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el tiempo de germinación de la cebada San Cristóbal para la obtención de malta Pale Ale.
- Determinar la temperatura y tiempo de residencia en el tostador que se requiere para obtener mayor °Brix y humedad entre 2-3% en la obtención de malta Pale Ale.
- Determinar el porcentaje de malta obtenida a partir de la cebada de variedad San Cristóbal que pueda sustituir a la malta importada en la elaboración de una cerveza artesanal que cumpla con los requisitos de calidad (% alcohol, extracto original, contenido de CO₂, color)

1.5 Justificación

La importancia de esta investigación radica en obtener una cerveza artesanal empleando cebada de la variedad San Cristóbal procedente de la provincia de Anta, reemplazando en un porcentaje la malta que generalmente es importada cumpliendo los requisitos de calidad según la NTP 213.014.

Se busca comprobar que una cerveza artesanal elaborada con cebada San Cristóbal tiene la misma aceptabilidad en los consumidores que una cerveza artesanal elaborada con malta importada, esto dará pie a trabajar en la implementación de plantas piloto e industriales.

Como consecuencia de lo mismo se impulsará la creación de microempresas y generación de trabajo.

Adicionalmente, los resultados de la presente investigación serán entregados al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), institución que trabaja conjuntamente con agricultores e incentivaría el aumento de la demanda del cultivo de cebada de este grano que no solo sería destinado a la agroindustria para el área harinera y de alimentos balanceados de animales sino también servirá de materia prima para la elaboración de cerveza artesanal.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Renteria (2020) estudió el proceso de elaboración cerveza tipo Ale a base de almidón de olluco y maracuyá usando como sustituyente de la cebada al almidón de olluco en diferentes concentraciones (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). el análisis sensorial determino como mejor combinación 90% de malta de cebada, 10% de almidón de olluco y levadura 0.63g/L, a esta formulación se le realizaron análisis fisicoquímicos con los siguientes resultados: pH = 3.52, acidez = 0.28, alcohol = 3.7% y color = 20.92 EBC.

Asmat (2019) realizó estudios de mercado técnico y económico, en el que demostró la viabilidad de implementar una maltería en el departamento de La Libertad, reduciendo los costos de producción hasta un 35%, como consecuencia de este estudio se fomentaría el cultivo de granos en el departamento de La Libertad.

Delgado & Vidaurre (2020) utilizaron cebada INIA 411 para determinar parámetros de germinación y concluyeron que la humedad optima a llegar para q se produzca una eficiente germinación es de 42% - 44% y la temperatura no es un parámetro relevante en este proceso.

Delgado & Medina (2022) hicieron pruebas de malteado de cebada INIA 411 a tres temperaturas distintas (30°C, 55°C y 85°C) obteniendo mayores grados brix a 85°C, que fue determinante para concluir que esta temperatura es la más óptima para el malteado de esta variedad de cebada.

Solano (2019) Evaluó las características fisicoquímicas y organolépticas de la malta producida a partir de tres tipos de cebada de distintas zonas del departamento de La Libertad, se obtuvieron resultados de los cuales resaltan el PH que ronda entre 5.7-5.9, azúcares reductores 2.7- 3.8 y humedad de 6.7- 7.1. Según la EBC estos datos se encuentran dentro de los parámetros estándar de calidad maltera.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Mencia & Perez (2016) concluyeron que las cervezas producidas con 70% de malta de maíz obtuvieron niveles aceptables de pH, porcentaje de alcohol, densidad, tiempo de retención de la espuma, también se reflejó que el uso de malta de maíz aminoró costos de elaboración de cerveza artesanal lo que permitirá reemplazar parte de la malta importada y competir en el mercado local.

Rosas (2019) realizó el estudio de la influencia de la temperatura de germinación de cebada Triticale a 20°C, 25°C y 30°C sobre los °Brix, humedad, extracto de malta, gravedad específica, °Plato y poder diastásico. Los estudios mostraron que no presenta diferencias significativas en las variables de salida, pero sí en el poder diastásico (°L) ya que a 20°C de temperatura de germinación presenta un valor de 154°L que es una diferencia estadísticamente significativa con respecto al poder diastásico obtenido a 25°C y 30°C.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cebada.

Planta anual perteneciente a la familia de las poaceas, similar al trigo, con tallos de más de 60 cm. y espigas prolongadas, flexibles, algo arqueadas y semilla ventruda, a su vez es un cereal importante para animales como para humanos, en la actualidad es el quinto cereal más cultivado a nivel mundial.

El grano de cebada es más grueso en la parte central y se disminuye a sus extremos. La cáscara protege al grano de los depredadores y es de gran utilidad en el proceso de elaboración de malta y en cervecería y representa un 13% del peso del grano. (Miralles, Gonzalez, & L.G., 2014)

2.2.2 Clasificación taxonómica

Según (Pinedo, Rojas, & Bautista, 2020) el cultivo de cebada presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Liliopsida*
- Orden: *Poales*
- Familia: *Poaceae*
- Género: *Hordeum*
- Especie: *Hordeum vulgare L.*

2.2.3 Variedades de cebada

Cebada de dos carreras (*Hordeum distichon*)

Esta cebada es aquella en que después de madurar la espiga queda solo la espiguilla central, esta clase de cebada es la más antigua y las que son más parecidas a la variedad silvestre que de igual forma tienen el mismo número de carreras. Es la más utilizada en la industria cervecera debido a que sus granos son mayores y tienen mayor uniformidad en el tamaño.

Figura 2.1*Cebada de dos Carreras*

Solo se desarrolla la espiguilla central con dos granos por raquis.



Nota. Adaptado de *CULTIVO DE CEBADA*, (p. 15), por UNALM, 2020.

Cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichon*)

Es un tipo de cebada en la que se mantiene las dos espiguillas laterales y solo poseen dos granos por nudo del raquis. Son las variedades intermedias en el tiempo. (Perez, 2016)

Figura 2.2*Cebada de cuatro carreras*

Solo se desarrolla dos espiguillas, con dos granos por raquis.



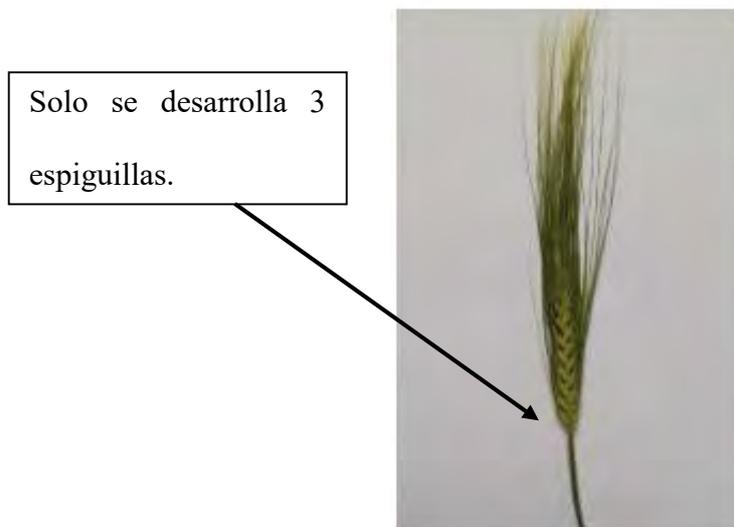
Nota. Adaptado de *INIA 411 SAN CRISTOBAL*, (p. 2), por la Dirección de Investigación Agraria, 2018.

Cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichon*)

La cebada de seis carreras conserva las tres espiguillas de manera que tiene tres granos por nudo del raquis. Son las más recientes pues aparecieron hace unos 6000 años en Egipto o Mesopotamia.

Figura 2.3

Cebada de seis carreras



Solo se desarrolla 3 espiguillas.

Nota. Adaptado de *CULTIVO DE CEBADA*, (p. 15), por UNALM, 2020.

2.2.4 Cebada San Cristóbal (*Hordeum vulgare*)

La nueva especie de cebada SAN CRISTOBAL INIA 411 es una cruce simple de los tipos CI10622/CI5824 de procedencia del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo ubicado en México. Este tipo de cebada se desarrolla de manera óptima entre los 3000 y 3800 msnm por lo que se cultiva en la provincia Cusqueña de Anta. Presenta espiga aristada de densidad intermedia y con un color claro de grano. Una de las características principales para el objetivo del presente proyecto es el tamaño de grano que ronda entre los 5.7 mm, lo cual lo hace idóneo para el malteado ya que supone mayor cantidad de azúcares. (Agraria, 2018)

Se podría afirmar que la cebada San Cristóbal cultivada en la provincia de Anta difiere ligeramente de sus propiedades respecto a las cultivadas en otras regiones ya que se sabe que tanto el clima, condiciones de cultivo y propiedades físicas del suelo influyen en las propiedades de los cultivos.

La condición física de un suelo influye en su capacidad de sostenimiento, sencillez para la penetración de raíces, circulación de aire, capacidad de almacenamiento de agua, sujeción de nutrientes, drenaje y otros factores. (INTAGRI S.C., 2017)

La tabla 2.1 muestra las características de calidad de grano de cebada San Cristóbal.

Tabla 2.1

Calidad de grano de cebada San Cristóbal

Características	Grano entero	Hojuela de cebada
Humedad (%)	7.51	10.66
Materia seca (%)	92.48	89.33
Proteína (%)	9.80	5.60
Nitrógeno (%)	1.56	0.90
Fibra (%)	6.00	1.80
Cenizas (%)	3.21	1.50
Grasa (%)	1.18	1.10
Energía (Kcal/100 g)	339.08	350.75

Nota. Adaptado de *INIA 411 SAN CRISTOBAL*, (p. 2), por la Dirección de Investigación Agraria, 2018.

Dos de las principales especificaciones para que una variedad de cebada se considere cervecera es la baja humedad en la recolección (11.5% como máximo) y un bajo nivel de proteína (entre 9.5-11.5 %), entonces se podría decir que la cebada San Cristóbal se encuentra dentro del rango aceptable para ser base para la elaboración de cerveza artesanal.

2.2.5 Características de una buena cebada cervecera

Alta resistencia a las enfermedades

Es considerable que el cereal aguante variedades de enfermedades del campo, tener una cebada que tenga una elevada resistencia a las enfermedades no solo asegura que el cultivo tenga más rendimiento sino también supone un bajo uso de pesticidas.

Buen rendimiento por hectárea

Se enfatiza la búsqueda de cebadas que den un elevado rendimiento de cosecha para el agricultor, facultándole la producción de la mayor cantidad posible de cebada por hectárea.

Pureza varietal del grano

Es conveniente contar variedades puras de cebada ya que esto es un parámetro que se emplea para saber que los granos de cebada que se pretende utilizar para la elaboración de cerveza correspondan a la variedad que deseamos.

Tamaño y forma de grano

Mientras más homogéneos sean los granos de cebada se traducirá en una mayor calidad, ya que la homogeneidad garantiza que, en las distintas etapas del malteado, ya sea el secado o germinado, los granos serán transformados en las mismas circunstancias.

(Intermaltacraft, 2022)

2.2.6 Germinación de la cebada

Las condiciones para la germinación de la cebada y otros cereales es la presencia de humedad, temperatura adecuada que ronda entre los 12 y 15 grados centígrados y oxígeno, y para una mejor calidad en la etapa de malteo, la germinación se debe realizar de manera homogénea y uniforme. El objetivo de la germinación es la producción de enzimas hidrolíticas y degeneración de los biopolímeros del grano.

En la etapa de germinación se da consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono en la aleurona y germen, se producen fitohormonas que aceleran la germinación y se sintetizan una variedad de enzimas de las cuales las más relevantes para el proceso de elaboración de cerveza son las beta-amilasas, sacaridasas, proteasas, beta-glucanasas y pentosanasas. (García M. , 2018)

2.2.7 *Malta*

La malta de cebada es la cebada que ha sido sometida a un proceso de germinación con una humedad alrededor del 40% y posteriormente ha sido secada mediante un aumento de temperatura, luego del tostado se le quitan las raicillas. La germinación es el proceso que favorece a la aparición de enzimas que son las encargadas de transformar el almidón en azúcar. (García F. , 1995)

El grano de cebada o de cualquier otro cereal no puede ser utilizado directamente por la levadura en el proceso de fermentación alcohólica. Para obtener moléculas de azúcar que pueden ser fermentadas es necesario la activación de ciertas enzimas denominadas amilasas o diastasas, estas enzimas las contiene el mismo grano, pero solo se activarán en el proceso de germinación, aquella cebada que se germina y se procesa para obtener la actividad enzimática recibe el nombre de malta. (Gonzales M. R., 2017)

2.2.8 *Tipos de malta*

Se puede usar toda una variedad de maltas, las maltas se dividen en dos categorías, una de las categorías se puede remojar lo cual es adecuado para la elaboración de la cerveza y la otra categoría se debe someter a una trituration que requiere elaboración de grano integral (MICET, 2021)

Pilsener

Es la malta más suave y pálida de todas, se usa en muchos estilos de cerveza, para su elaboración la temperatura de secado empieza a 35°C y aumenta gradualmente hasta los 70-85°C. Posee un delicado sabor de los cereales y la miel acacia. (MICET, 2021)

Múnich

Este tipo de malta posee un color ámbar, le da a la cerveza un característico sabor del trigo y tiene una alta capacidad de maceración. Generalmente se tritura junto con la malta base y se usa en la cerveza Oktoberfest y en una variedad de cervezas, incluida la cerveza Pale Ales. (MICET, 2021)

Pale Ale

En comparación con la malta Lager, este tipo de malta tiene una temperatura de secado más elevada en el horno de secado y genera un sabor a malta ligeramente tostado, el cual es adecuado para la elaboración de cerveza Pale Ale. (MICET, 2021)

Viena

A diferencia de la malta Múnich, esta malta tiene un color más claro y sabor ligeramente más dulce, es un insumo importante de la cerveza Bock y conserva alta capacidad enzimática para transformarse, pero usualmente se usa para macerar junto con la malta básica. (MICET, 2021)

2.2.9 *Malta pale ale Bestmalz*

La malta importada pale ale Bestmalz es la malta más adecuada como base para varios tipos de cervezas ale anglosajonas como Pale Ale, Kolsch y Pilsener; el porcentaje de uso de esta malta es del 100%; la cerveza producida a base de esta malta posee un color plenamente dorado, aroma a cereal y un sabor efervescente. (Distrines, 2017)

La tabla 2.2 presenta las especificaciones de la malta pale ale Bestmalz.

Tabla 2.2

Especificaciones de la malta Pale Ale BESTMALZ

Especificaciones	Unidad	Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	4,9
Extracto de molienda fina	%	80,5	-
Diferencia de extracto EBC	%	-	2,0
Viscosidad (8.6%)	mPa s	-	1,60
Friabilidad	%	81,0	-
Vidriosidad	%	-	2,5
proteína, base seca	%	9,0	11,5
Nitrógeno soluble	mg/100g	610	780
Índice Kolbach	%	36,0	45,0
Color de mosto	EBC	5,0	7,0
	L	2,3	3,1
PH en el mosto		5,7	6.1
Granulometría >2,5 mm	%	90,0	-
Poder diastático	WK	250,0	-
B- Glucano			350,0

Nota. Adaptado de *Distrines Insumos de Cerveza*, por Distrines, 2017, (<https://distrines.com/maltas/2/malta-pale-ale>)

2.2.10 Lúpulo

El lúpulo es una flor que se le considera como uno de los insumos principales para la elaboración de cerveza. Se comenzó a usar en Bavaria en el siglo VIII y posteriormente en Europa a partir del siglo XVII.

El lúpulo es el responsable principal de darle las características esenciales a la cerveza: aroma y amargor. Esto se debe a que, durante el hervido del mosto, el lúpulo segrega

algunas resinas que son alfa ácidos y que al tener contacto con la elevada temperatura por isomerización se convierten en iso-alfa-ácidos.

Dependiendo de la composición del suelo donde crece esta flor, la cantidad de sol que recibe en su crecimiento y la humedad a la que se le expuso, las propiedades que adquiere suelen cambiar de forma radical. (Sikeiros, 2020). La Figura 2.4 muestra la flor de lúpulo.

Figura 2.4

Lúpulo



Nota. Adaptado de *Innovation for everyone* (fotografía), por MICET, 2021, MICET

(<https://www.micetcraft.com/es/tipos-de-malta/>)

2.2.11 Composición del lúpulo

Resinas

Contienen alfa-ácidos que al ser sometidos a una reacción de isomerización (hervido del mosto) se convierten en iso-alfa-ácidos que son los que aportan el amargor a la cerveza. Los grados IBU que es las unidades internacionales de amargor se traducen en la cantidad de miligramos de iso-alfa-ácidos por litro de cerveza. El lúpulo a adquirir para la producción de cerveza debe contener dentro de su información el porcentaje de alfa-ácidos de ese lote para poder realizar el cálculo de los grados IBU.

También contiene beta-ácidos que no brindan amargor en su forma original, pero si lo hacen posteriormente con su oxidación.

Aceites esenciales

Son mezclas complejas de compuestos volátiles que son los encargados de brindar sabor y aroma a la cerveza. Las distintas composiciones de aceites esenciales son características de cada variedad de lúpulo.

Poli fenoles

Son los encargados de producir astringencia en la cerveza terminada, tienen propiedades antioxidantes, se precipitan con las proteínas durante la etapa de hervor y generan problemas de turbidez cuando el lúpulo es adicionado de manera tardía como en las técnicas de dry hop y hop back. (Burini, Trochine, & Libkind, 2017)

2.2.12 Agua

Así como el lúpulo, la malta y la levadura, el agua es una de las materias más importantes en la fabricación de cerveza y tiene una presencia entre un 85% y 92% en el producto final.

La composición química del agua influye directamente en las propiedades sensoriales de la cerveza, también es parte importante al momento de elaborar algunos tipos de cerveza, el tipo de agua que se utiliza en cada fabrica que produce cerveza ha tenido un papel importante en las características finales del producto. (Mega, 2020)

Algunos estilos de cerveza dependen del agua a utilizar, como el estilo Pilsen que requiere agua blanda o el estilo Dunkel que utiliza agua dura, las maltas más oscuras utilizadas en algunos estilos de cerveza requieren de alcalinidad residual superior para

mantener el equilibrio. Principalmente el agua utilizada para la elaboración de cerveza debe ser sin cloro o con cantidades mínimas, el pH más eficaz varía entre 5.1 y 5.5.

El calcio y magnesio reaccionan con los fosfatos para neutralizar la alcalinidad que influye en el pH del mosto que es un determinante en el sabor de la cerveza. (Moran, 2016).

A continuación, se muestra la tabla 2.3 que muestra los valores máximos y mínimos en partes por millón (ppm) de las concentraciones de los iones químicamente activos, adecuados para la elaboración de cerveza.

Tabla 2.3

Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua

ION QUIMICAMENTE ACTIVO	VALOR MINIMO (ppm)	VALOR MAXIMO (ppm)
Calcio (Ca^{+2})	50	150
Magnesio (Mg^{+2})	10	30
Potasio (K^{+})	5	10
Sodio (Na^{+})	5	150
Bicarbonato/Carbonado	0	250
Cloruro (Cl^{-})	0	250
Sulfato (SO_4^{-2})	10	250

Nota. Adaptado de *Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción*, por Rubén Sancho, 2015, Barcelona

2.2.13 Levadura

Levadura es la denominación global que agrupa a una extensa variedad de organismos unicelulares y especies patógenas para animales y plantas.

Las levaduras se utilizan desde la antigüedad en la elaboración de distintos productos como el pan, vino y cerveza. Pero el sustento científico fue descubierto posteriormente por Louis Pasteur, un microbiólogo francés en el siglo XIX.

Las levaduras están constituidas por macromoléculas como las proteínas, glicoproteínas, polisacáridos, poli fosfatos, ácidos nucleicos y lípidos. Adicionalmente del estudio de Louis Pasteur se pudo conocer que gran parte de las levaduras pueden tolerar pH de 3 a 10 pero se desarrollan de mejor manera en un pH ligeramente ácido 4.5 a 6.5. (Suarez, Garrido, & Guevara, 2016)

Levadura de alta

También denominada de fermentación superior (Ale), la levadura *saccharomyces Cerevisiae* utilizada para la producción de etanol en los procesos de fermentación de la cerveza es un hongo ascomiceto. Las cepas tipo ale se mantienen en la parte superior del medio y sedimentan en la etapa final de la fermentación, este tipo de levadura presenta 5 fases de crecimiento las cuales están definidas de la siguiente manera:

- Fase de adaptación: periodo de adaptación a las condiciones de pH, temperatura y concentración, donde las células se preparan para dividirse.
- Fase de aceleración: fase en la que se presenta un incremento en la velocidad de crecimiento celular.
- Fase de crecimiento exponencial: las células alcanzan su máxima velocidad de multiplicación de manera constante y degradación de azúcares y nutrientes presentes en el mosto.
- Fase de deceleración: se agotan los nutrientes y se incrementa la concentración de metabolitos inhibidores de crecimiento.
- Fase estacionaria: la tasa de crecimiento y muerte celular es la misma, se liberan enzimas que degradan el interior de la célula provocando su muerte, este proceso se denomina autólisis. (Albarracín, 2020).

Levadura de baja

También denominada levadura lager otorgan a la cerveza un aroma más natural y ligeramente sulfuroso, las cepas en la etapa de fermentación se mantienen en la parte inferior del fermentador y sedimentan más rápido que las cepas del tipo ale. (Albarracin, 2020).

2.2.14 Fermentación alcohólica

La fermentación es un proceso que se da en un tiempo de una semana a una temperatura entre 15 a 20°C, el mosto se transforma en alcohol etílico por la acción de la levadura, la levadura empieza su reproducción en concentraciones determinadas de oxígeno, nitrógeno y otros nutrientes.

Cuando el oxígeno es consumido en su totalidad comienza el proceso anaerobio y la transformación de glucosa en etanol y CO_2 , el tipo de levaduras más utilizados en la industria cervecera es *Sacharomyces Cerevisae*.

La reacción química que representa este proceso es



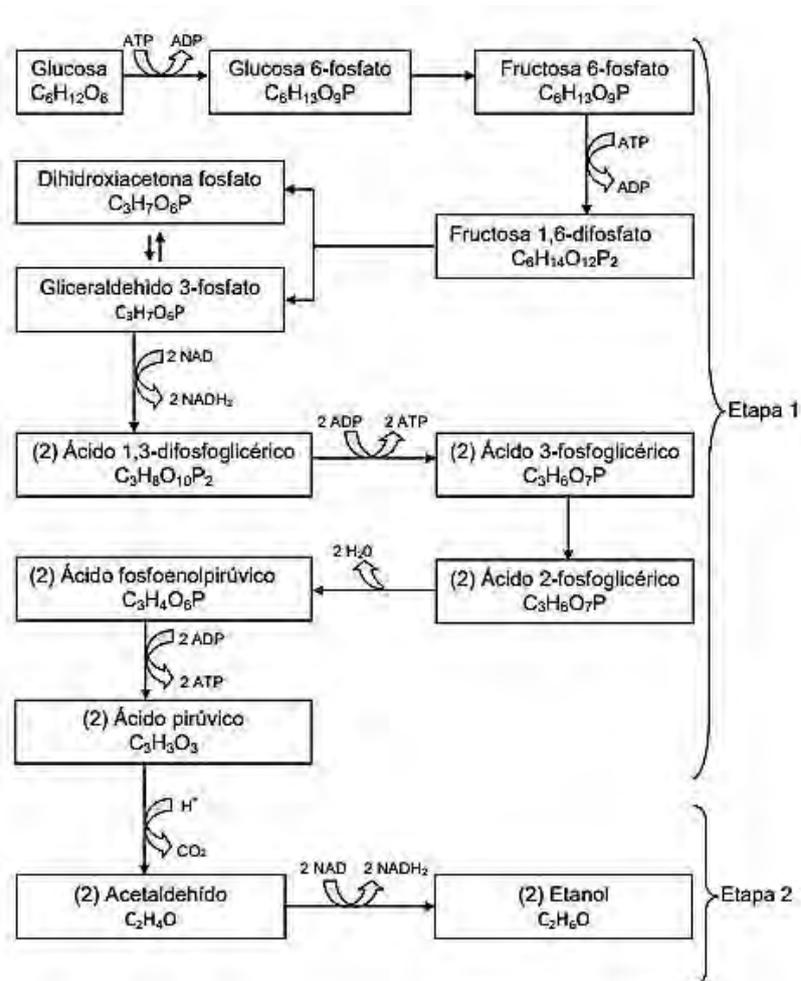
La degradación de la glucosa en 2 moléculas de dióxido de carbono y etanol involucra dos etapas:

- Formación de anaerobios de que pasa de 2 moléculas a 13 de piruvato por una ruta llamada Embden-meyerhf o glucolisis.
- La segunda etapa descarboxilación de piruvato mediante un proceso en ausencia de oxígeno en el que se da lugar a dos moléculas de acetaldehído que posteriormente se reducen a etanol. (Sanchez Miguel, 2011)

En la figura 2.5 se muestra proceso de obtención de etanol.

Figura 2.5

Diagrama descriptivo para la obtención de etanol a partir de glucosa



Nota. Adaptado de *Fermentación de malta empleando un sistema semicontinuo en el proceso de elaboración de la cerveza*, por Anabel Sánchez Miguel, 2011, Universidad Tecnológica de Mixteca.

2.2.15 Componentes del mosto

En el proceso de macerado las enzimas degradan los constituyentes de la malta, es decir los almidones se gelatinizan y se convierten en azúcares fermentables, se debe mantener la temperatura de la mezcla en un rango de 62- 66 °C durante 90 min., debido a que en esta

temperatura se activan las beta-amilasa, este tipo de enzimas producen azucres más fermentables, las enzimas se activan o desactivan según la temperatura que se le proporcione

Los componentes en el mosto son:

- Maltosa (45%)
- Maltotriosa (15%)
- Sacarosa (5%)
- Fructosa (2%)
- Dextrinas (23%)

Las componentes anteriormente mencionadas pueden ser convertidas en alcohol mediante fermentación menos las dextrinas (maltotetraosa y otros de cadenas más largas), que no son fermentables puesto que para la levadura es difícil de procesar. (Bamforth, 2005)

A continuación, la tabla 2.4 se presenta las enzimas que se encuentran en la malta

Tabla 2.4

Enzimas presentes en la malta

Enzima	Rango óptimo de temperatura	Rango óptimo de PH	Función
Fitasa	30-52 °C	4.4-5.5	Baja el PH del mosto.
Beta Glucanasa	35-45 °C	4.5-5	Reduce la viscosidad del mosto y mejora la clarificación.
Peptidasa	46-57 °C	4.6-5.2	Produce amino nitrógeno libre (FAN), que es esencial para la levadura y fermentación.
Proteasa	46-57°C	4.6-5.2	Rompe proteínas grandes y reduce la turbiedad.
Beta amilasa	54-65°C	5-5.6	Produce azucres cortos, altamente fermentables.
Alfa Amilasa	68-75°C	5.3-5.8	Produce azucres de larga cadena, poco fermentables, que agregan cuerpo a la cerveza.

Nota. Adaptado de *Evaluación de la cerveza artesanal TAWALA usando kiwi como fruta adicional*, por Luisa Fernanda Gudelo Liñan y Miler Andres Vargas Salazar, 2018, Bogota.

2.2.16 Cerveza

Se entiende por cerveza a la bebida resultante de un proceso de fermentación controlado, mediante levadura cervecera de un mosto de cebada malteada o 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 insumos cerveceros de características similares. (INACAL, 2016), en la tabla 2.5 nos proporciona el análisis representativo de propiedades de la cerveza.

Tabla 2.5

Análisis representativo de propiedades de la cerveza

Propiedad	Unidades	British Pale Ale and Lager	
		Barril	Botella
Extracto original	(%)	7.5-11.2	7.5-21.5
Extracto aparente	(%)	1.5-3.3	1.5-3-1
Extracto real	(%)	2.8-5.0	2.8-7.5
Alcohol	(%v/v)	2.6-4.5	2.5-9.5
pH		3.9-4-2	3.9-4.2
Acidez	(mg/l)	-	2.2
alfa-amino N	(mg/l)	40-80	40-100
CO2	(volúmenes)	1.1-2-3	1-5-3.0
SO2	(mg/l)	20	20
Color	(EBC)	6-90	6-90

Nota. Adaptado de *link.springer.com*, por J. S. Hough, D.E. Briggs, R. Stevens y T.W. Young, *Malting and Brewing Science*, 1982, (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-1799-3_11).

2.2.17 Cerveza artesanal

Es una bebida fermentada de cebada, elaborada en pequeñas cantidades y por lo tanto se le da una máxima atención a cada pequeño detalle, asegurando un producto final de la mayor calidad y frescura. Gran parte del proceso se realiza en forma manual. (Vera, 2017)

Es más usual hoy en día encontrar establecimientos que ofrezcan cerveza artesanal, y el Cusco no es la excepción actualmente cuenta con aproximadamente 30 centros de producción cervecera, hechas aquí en nuestra ciudad, las mismas que ofrecen un abanico de estilos de cerveza artesanal cada vez más amplio y que permite elegir al público entre estas y las cervezas industriales.

Es muy importante reconocer las diferencias entre las cerveza artesanal y cerveza industrial, que se dan en todos los procesos cerveceros (Llanos, 2020)

Ingredientes naturales

La cerveza artesanal es a base de ingredientes naturales, no se les añade conservantes, sus ingredientes principales son agua, levadura, maltas y lúpulos.

A la cerveza industrial se le agrega antioxidantes y conservantes lo que conlleva a un ligero cambio en las propiedades organolépticas, además las compañías cerveceras para reducir los costos de producción usan otros ingredientes que sustituyen a la malta como el arroz y el maíz.

En estos años se ha hecho tendencia el consumo de productos naturales por ser más saludables y hay un sector de los consumidores que están dispuestos a pagar un extra por productos sin aditivos químicos.

La receta del maestro cervecero

Una receta básica es el punto de inicio de una cerveza industrial, la cual es estudiada estandarizada pero que busca como principal factor el económico.

La cerveza artesanal está sujeta a pruebas y modificatorias en muchas ocasiones, el maestro cervecero busca la mezcla adecuada con las mejores características organolépticas. Para ello existen diferentes variedades y cada cerveza es única, haciendo que sea un producto más caro que una cerveza industrial.

El proceso de elaboración

Las cervezas artesanales llevan el proceso en gran porcentaje de forma manual mientras que las grandes cerveceras industriales tienen un proceso automatizado y las máquinas son las que realizan el proceso, la influencia humana es mínima.

El filtrado

La cerveza artesanal realiza un filtrado manual y con ayuda de equipos caseros para bajar temperaturas. Mientras la cerveza industrial el filtrado se realiza con máquinas mecánicas y uso de químicos, que permite eliminar gran parte de los residuos, pero también afecta negativamente a las levaduras y proteínas, disminuyendo significativamente ciertas propiedades importante como gusto, aroma y propiedades.

Más sabor, aroma y variedades

Las diferencias en sabor, aroma, amargor y otras características son notables entre una cerveza artesanal e industrial. El proceso sin alteración o natural hace que una cerveza artesanal consiga mejores características que una cerveza industrial. Los demandantes de este producto valoran principalmente las propiedades organolépticas de una cerveza artesanal.

(Carbajal, Martines, & Insusasti, 2015).

Según experiencia un proceso que afecta significativamente la calidad de la cerveza es la carbonatación, ya que es notable la diferencia entre una cerveza artesanal que fue carbonatada de manera natural y otra que fue carbonatada con dióxido de carbono directamente.

2.2.18 Consumo de cerveza artesanal en el Perú

El 58% de personas en el Perú que frecuentan beber cerveza ya consumen la cerveza elaborada artesanalmente. Es decir, seis de cada diez personas; y de este grupo de personas el 49% la consume ocasionalmente mientras que el 9% la beben con frecuencia y la cantidad que adquieren es mayor al promedio. (Trigoso, 2022)

2.2.19 Requisitos que deben cumplir las cervezas

La Norma Técnica Peruana 213.014 establece requisitos que deben cumplir la cerveza y se muestra en la tabla 2.6.

Tabla 2.6

Requisitos NTP 213.014

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	MINIMO	METODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	0.5	NTP 2.13.004
Extracto original	° Plato	5	NTP 213.037
Contenido de dióxido de carbono	Volúmenes de CO_2	0.3	NTP 213.038
Color	EBC	*	NTP 213.027

Nota. Adaptado de *Norma Técnica Peruana NTP 213.014 2016*, por INACAL, 2016, Perú.

Método para determinar el extracto original, real y aparente en cervezas. (NTP 213.037)

El extracto o cantidad de azúcares en la cerveza se mide por los Grado Plato (°P), esta escala relaciona de manera directa la cantidad de sacarosa en solución con el °P del mosto. El grado plato se define como el peso del extracto (sólido) en 100 gramos de cerveza a una

temperatura de 20°C. La unidad de medida por tanto será °P en peso (%w/w), Un grado plato simboliza el 1% de extracto fermentable y no fermentable según NTP 213.037 “Método para determinar el extracto original real y aparente en cervezas”.

Alcohol en cerveza por destilación. (NTP 213.004)

Se desarrolla en la etapa de la fermentación del mosto el cual es un proceso anaeróbico, durante el cual la levadura transforma la glucosa en etanol y CO_2 , el grado de alcohol es dependiente de la relación de azúcares fermentables e hidratos de carbono no fermentables denominados dextrinas, la tabla 2.7 presenta los principales alcoholes producidos en la fermentación.

Tabla 2.7

Alcoholes presentes en la fermentación de la cerveza

Alcoholes	Otros
Etanol	Acetato de etilo
n-propanol	Otros esteres
Butanoles	CO_2
Alcoholes amílicos	Acetaldehído
feniletanol	Diacetilo
Glicerol	H_2S

Nota. Adaptado de *Determinación de parámetros fisicoquímicos para la caracterización de cerveza tipo lager elaborada por compañía cervecera Kunstmann S.A.*, por Héctor Rodríguez, 2003, Valdivia.

Determinación de dióxido de carbono. Método de presión. (NTP 213.038)

Es la cantidad de CO_2 disuelto en la cerveza lo que genera la espuma y gas característicos en la bebida, un volumen de CO_2 es igual a 2 g/l a presión atmosférica y 15°C.

En la NTP 213.038 se determina los volúmenes de CO_2 de la cerveza en base a la ley de Henry que establece que a una temperatura específica la cantidad disuelto en un líquido es proporcional a la presión parcial de este gas encima del líquido.

Para este fin se utilizó un equipo que nos permitiera medir la presión parcial en el producto terminado y mediante un termómetro se obtuvo la temperatura, seguidamente a través de las tablas de carbonatación en volúmenes de CO_2 ANEXO 7 (determinación de dióxido de carbono. método de presión) y la tabla correspondiente a la solubilidad de dióxido de carbono en cerveza relación presión - temperatura se logra hallar el valor de volúmenes de CO_2 .

Método espectrofotométrico para la determinación del color. (NTP 213.027)

Propiedad física que determina el tipo de cerveza producida siendo la escala EBC (European Brewing Convection) la que clasifica este factor. El color es un elemento esencial utilizado para comunicar los atributos específicos de un producto.

En la NTP 213.027 se determina el color mediante el método espectrofotométrico a una longitud de onda de 430 nm y una cubeta de 10 mm.

2.2.20 Equipo Alcolyzer Beer Me

El equipo Alcolyzer Beer Me realiza un análisis preciso de cerveza, es el equipo principal de control de calidad utilizado en la industria cervecera a nivel nacional.

Debido a la accesibilidad a este equipo se pudo determinar algunos valores como el extracto real y aparente, calorías kJ/100 ml, gravedad específica y en otros casos comparar con valores obtenidos con otras metodologías (% v/v alcohol).

Los grados Pato ($^{\circ}P$) es la unidad que mide la densidad de la cerveza, a mayor densidad mayor cantidad de azúcares fermentables habrá, lo que se traducirá en mayor alcohol en la cerveza después de la fermentación (España., 2015). Los extractos Real y Aparente se miden en estas unidades.

Extracto aparente. - es la diferencia de densidades o grados plato del mosto, antes de fermentar y después de la misma.

Extracto real. - es la densidad o grados plato de la cerveza corregido (sin tener en cuenta el CO₂ y el alcohol), por lo que suele ser más alto que el extracto aparente. (Gonzales & Carlos, 2021).

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis General

- La cerveza artesanal tipo Pale Ale formulada con cebada de la variedad San Cristóbal procedente de la provincia de Anta cumple con características de calidad de la norma NTP 213.034

2.3.2 Hipótesis específicas

- El tiempo de germinación de la cebada San Cristóbal es adecuado para la obtención de malta Pale Ale.
- La temperatura y tiempo de residencia en el tostado de la cebada San Cristóbal influyen en la medición de °Brix y contenido de humedad en la obtención de malta Pale Ale.
- El porcentaje de malta a partir de cebada San Cristóbal para sustituir a la malta importada en la elaboración de una cerveza artesanal influye en el cumplimiento de requisitos de calidad (% alcohol, extracto original, contenido de CO₂, color)

Capítulo 3

Metodología

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos, Tecnologías e Hidrocarburos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química - UNSAAC.

TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada.

ENFOQUE: cuantitativo.

NIVEL: explicativo. (ya que se va a estudiar un tema que no se ha abordado con profundidad anteriormente y que tiene poca información, en este caso la viabilidad de formular una cerveza artesanal a base de cebada San Cristóbal)

DISEÑO: experimental.

3.1 Muestra

La muestra en estudio estuvo constituida por cebada San Cristóbal que fue solicitada al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - área de cereales y granos andinos.

3.2 Materiales

Insumos

- 40 g de Lúpulo Cascade (alfa ácido: 5.5% - 9%)
- 40 g de Lúpulo Kent Golding 40 g. (alfa ácido: 4.5% - 6%)
- 15 g de Levadura *Sacharomyse Cerevisae* (Safale S- 04). (fermentación rápida y sedimentación alta)
- 10 g de Protafloc (clarificante de mosto)
- 200 g de Dextrosa monohidratada. (carbonatador natural)

Instrumentos

- Balanza analítica de precisión ± 0.0001 g
- Brixometro de mano 0% - 92% Brix.
- Termómetros digitales -50°C a 300°C precisión $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Densímetro Mettler Toledo Densito 30PX.
- Refractómetro HANNA HI96801 0% - 85% Brix.
- Medidor de humedad PMB 202 ADAM.
- Barómetro adaptado tipo Backus (medidor de presión de botellas de cerveza)
- Espectrofotómetro Genesys 10uv

Equipos

- Molino manual metálico de granos.
- Horno de bandejas KYNTEL K/MKO-D.
- Hornilla eléctrica.
- Alcoyzer Beer Me Anton Paar.

Materiales de vidrio y otros

- Vaso de precipitado de 50 ml.
- Probeta de 250 ml.
- Tubos de ensayo.
- Bolsa filtrante de mosto de 120 mesh.
- Airlock de tres piezas.
- Fermentadores (bidones de 5 litros y baldes de 18 litros de polietileno de alta densidad)
- Bandejas de plástico.
- Ollas.

3.3 Métodos

3.3.1 Germinación de la cebada

Para la determinación del tiempo de germinado de la cebada San Cristóbal se siguieron los siguientes pasos con sus respectivas características:

Recepción de la materia prima.

Se recepcionó 7 kg de granos de cebada de la variedad San Cristóbal INIA 411 proporcionada por el Instituto de Nacional de Innovación Agraria INIA.

Pesado

Se pesó la muestra de cebada San Cristóbal en una balanza analógica del laboratorio de tecnología de los alimentos de la escuela profesional de Ingeniera Química.

Tamizado

Se clasifico los granos mediante tamices Humboldt U.S.A. Standard Sieve de 2.36 mm. para tener una referencia del calibre de los granos de cebada.

Lavado y clasificado

Se sumergió la totalidad de la cebada San Cristóbal en un recipiente con agua fría a una temperatura de 13°C y se procedió a realizar un agitado de forma manual por 5 minutos con la finalidad de que las impurezas y granos no aptos para el proceso sean detectados de manera visual y sean separados.

Remojo

Se suministró agua fría a 13°C a la cebada hasta alcanzar una humedad de entre 42% a 46% para un óptimo germinado de cebada San Cristóbal (Delgado & Vidaurre, 2020) y se controló la humedad usando un analizador de humedad PMB 202 ADAM ubicado en el

laboratorio de Hidrocarburos de la escuela profesional de Ingeniera Química, midiendo una humedad del 45.79%, luego se procedió a anotar el tiempo.

Germinación

Se mantuvo la humedad entre 42% y 46% mediante aspersión y ventilación adecuada para eliminar el dióxido de carbono y el calor que se genera en el interior del grano de cebada en esta etapa.

Considerando que todos los granos no germinan de manera uniforme, para evitar el crecimiento variado de las raicillas es necesaria la constante remoción, aireación y humidificación de la cebada para obtener una malta de calidad. El tamaño de la raicilla y acrospira germinante es el indicador a controlar en esta etapa, el tamaño aceptable de raicillas es hasta el doble de longitud del grano, mientras que las acrospira debe alcanzar un 75% de la longitud del grano. (Ruiz sanchez, 2006)

El tiempo de germinación adecuado es aquel en el que la raicilla y acrospira alcancen la longitud mencionada previamente anotando este valor para su posterior discusión.

Seguidamente para detener el proceso de germinación se secó la muestra de manera natural con exposición al sol extendiendo la cebada en bandejas de plástico y removiendo constantemente, ya que se presentó la limitante de capacidad de operación del horno de bandejas que no permitió secar la totalidad de la muestra por otro método. La figura 3.1 muestra el diagrama de bloques para la obtención de cebada San Cristóbal germinada y la figura 3.2 las etapas de germinación de la cebada.

Figura 3.1

Diagrama de bloques para la germinación

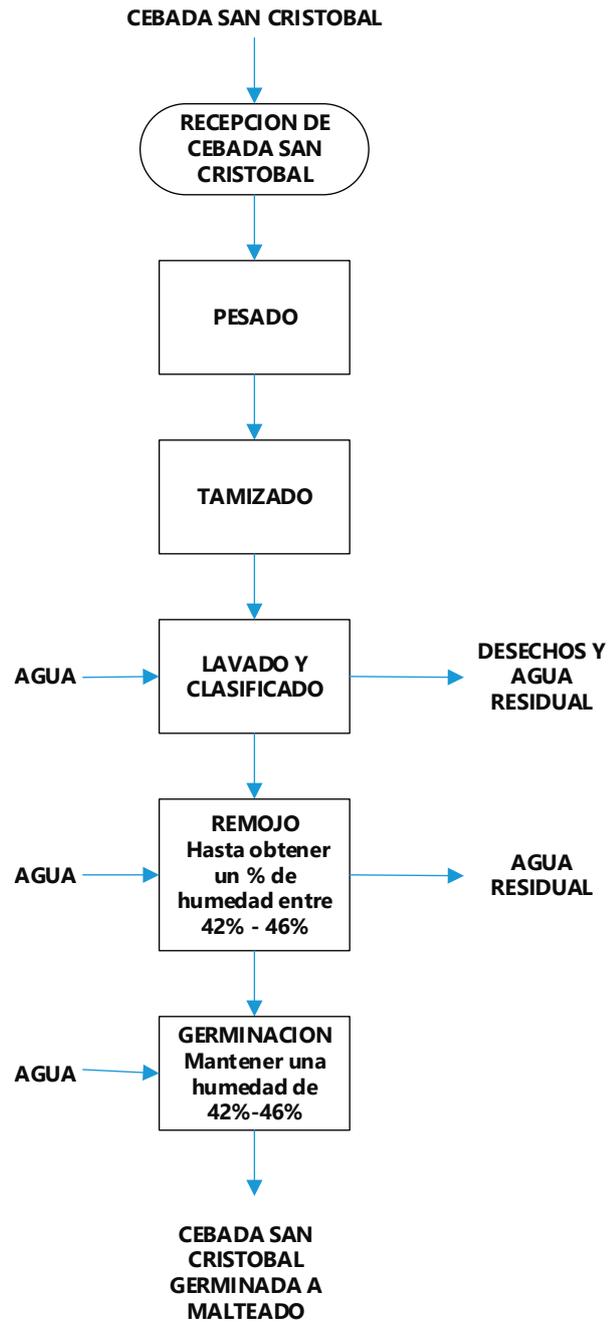


Figura 3.2

Etapas previas a la germinación de la cebada San Cristóbal



3.3.2 Obtención de malta

La malta se obtuvo mediante el uso del horno de secado de bandejas KYNTEL K/MKO-D ubicado en el laboratorio de Tecnologías de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, se realizaron tres pruebas a las temperaturas de 75°C, 85°C y 95°C con muestras de 400 g de cebada San Cristóbal cada una hasta llegar a la humedad entre 2-3% (Hough, 2011)

La humedad fue el indicador para detener el proceso de malteado, el cual se controló mediante el equipo medidor de humedad en intervalos de 90 minutos hasta llegar al valor deseado. La tabla 3.1 muestra las variables.

Tabla 3.1

Operacionalización de variables en la etapa de malteado.

<i>tipo de variable</i>	<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Unidades</i>	<i>Instrumentos</i>
<i>Independiente</i>	Temperatura	Grado o nivel térmico de un cuerpo o la atmosfera. (Cambridge University Press & Assessment, 2023)	Temperatura a la que se somete la cebada para la etapa de malteado	(°C)	Termocupla
<i>Dependientes</i>	Tiempo	Dimensión física que representa la sucesión de los estados de la materia. (Cambridge University Press & Assessment , 2023)	Tiempo en el que la cebada alcanza una humedad del 2%-3%	(minutos)	Reloj

Para determinar la temperatura adecuada del malteo de la cebada se tomó como antecedente a Delgado & Medina (2022), quienes determinaron que a una temperatura de 85°C se obtuvo mayor valor de grados Brix, lo que determina la cantidad de azúcares presentes en la cebada, la tabla 3.2 la plantilla del plan experimental del malteado.

Tabla 3.2

Plan experimental para el malteado

N	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	75	a
2	85	b
3	95	c

Posterior a la etapa de malteado se realizó un proceso de maceración con muestras de 500 gramos de malta San Cristóbal para cada temperatura de malteado (75°C, 85°C y 95°C) y poder seleccionar cuál de las tres muestras proporciona mayor cantidad de azúcares que serán

medidos con el Brixometro y será el indicador para determinar la temperatura más adecuada de malteado. En la tabla 3.3 se muestra la plantilla que se usara en el control de grados Brix a través del tiempo.

Tabla 3.3

Plan experimental de control de grados Brix respecto al tiempo

Tiempo (minutos)	Grados Brix
0	0
Tiempo final	Mayor medición de grados brix

3.3.3 *Proceso de elaboración de cerveza artesanal*

Para la elaboración de la cerveza se tomó como referencia las características de una cerveza English Pale ale que presenta las siguientes características resaltantes en su proceso de elaboración:

Densidad Inicial: $1050 \frac{g}{cm^3}$

Densidad final: $1010 \frac{g}{cm^3}$

Color: 19.7-27.58 EBC

Koroluk (2020) recomienda la siguiente cantidad de insumos, materia prima y procedimiento de elaboración de cerveza artesanal, a estas características fisicoquímicas le corresponde un atributo de IBU entre 23-25.

Para 15 L de cerveza artesanal Pale Ale:

- Malta base Pale Ale: 4.25 kg
- Malta caramelo: 0.4 kg

- Lúpulo Cascade: 0.02 kg
- Lúpulo Kent Golding: 0.02 kg
- Levadura Ale: 0.005 kg
- Protafloc: 0.004 kg
- Agua: 18-19 L

Para realizar las 9 muestras de cerveza se procedió a hacer la conversión de todos estos datos para una base de cálculo de 1.6 litros de agua. Para las dosis de levadura Safale S-04 se tomó como base las recomendaciones del fabricante que menciona que para un hectolitro de agua se puede usar entre 50 a 80 gramos de levadura logrando un rendimiento adecuado, por lo tanto, para 1.6 litros de agua se tiene rangos de 0.8 a 1.26 gramos de levadura, teniendo un valor intermedio de 1.04 gramos. La elaboración de la cerveza artesanal siguió las siguientes etapas.

Recepción

Se recibió y almacenó la malta San Cristóbal y la malta base pale ale importada Bestmalz; los lúpulos Cascade y Kent golding y la levadura en una refrigeradora a una temperatura de 6°C.

Molienda

Se llevó a cabo en un molino manual metálico de granos, en el cual se llegó a la granulometría de 2 a 3 mm. U.S.A. Standard Sieve.

Mezclado

Se sustituyó la malta importada con malta San Cristóbal en proporciones de 30%, 50% y 70% y posteriormente se mezcló. esto debido a que se realizó tres pruebas

preliminares con cerveza de malta San Cristóbal al 100% lo que no tuvo resultados positivos ya que no cumplían con lo exigido por la NTP 213.014.

Esta fue la razón por la cual se decantó por una opción de sustitución con malta San Cristóbal máxima de 70%.

Maceración

Se experimentó nueve mezclas de malta molida y tres cantidades de levadura que se detallan en la tabla 3.4. (malta a base de cebada San Cristóbal y malta importada), luego se añadió cada mezcla a un recipiente con agua a una temperatura entre 62°C - 65°C por 90 minutos.

Otro parámetro importante a controlar en esta etapa del proceso son los grados Brix, que indican la cantidad de azúcares que se extraen de la malta hasta llegar a un valor máximo.

Se utilizó el indicador de yodo, refractómetro digital y Brixómetro, que son técnicas para determinar la conversión de almidón en azúcar.

Posteriormente se elevó la temperatura hasta 75°C por 10 min, este último con el fin de liberar alfa-amilasas, enzimas que generan dextrinas que no fermentan con la levadura y que son importantes para darle cuerpo a la cerveza y retención de espuma.

Filtrado

Se filtró el mosto en una bolsa de malla de 120 mesh para obtener un mosto con bajo porcentaje de malta residual y bajos sólidos en suspensión.

Etapa de lupulización y cocción

Se hirvió el mosto por 60 minutos a 89°C añadiendo lúpulo Cascade al inicio de hervido, el cual dota a la cerveza solo de amargor (IBU) ya que el aroma de este lúpulo se ira

volatilizando en el transcurso de la cocción. Posteriormente al minuto 45 de la cocción se añadió lúpulo Kent Golding para dotarle de sabor a la cerveza, y por último al minuto 55 se añadió una dosis menor de lúpulo Kent Golding que brindara aroma a la cerveza.

Enfriamiento

Se llevó a cabo de manera indirecta, el recipiente que contiene el mosto se sumergió parcialmente en otro contenedor de hielo y agua, de esta manera se disminuyó la temperatura del mosto hasta los 20°C. Esta etapa se debe llevar en el menor tiempo posible para minimizar la contaminación del mosto.

Activación de la levadura

Se activó la levadura en un volumen de agua de diez veces el peso de la levadura usada por 20 minutos, la temperatura del agua deberá estar en el rango de 12-25 °C.

Fermentación

Los fermentadores y todos los materiales usados fueron previamente sanitizados utilizando dos cucharaditas de cloro por litro de agua, dejando reposar por unos 15 minutos, enjuagando posteriormente con agua y por último se enjuago con agua caliente.

El mosto a una temperatura de 20°C se trasvasó a los fermentadores, seguidamente se añadió levadura en tres distintas proporciones según para cada mezcla de malta y por último se selló las aberturas del fermentador y se instaló un airlock que permiten el paso del CO_2 de la fermentación y evitan el ingreso de aire que podría neutralizar la fermentación y contaminar el mosto, este proceso se llevó durante siete días.

Con el objetivo de determinar el porcentaje de alcohol se realizó el control de la densidad al inicio y finalización de este proceso, el equipo para este fin fue el densímetro digital Toledo del laboratorio de tecnología de alimentos.

Carbonatación

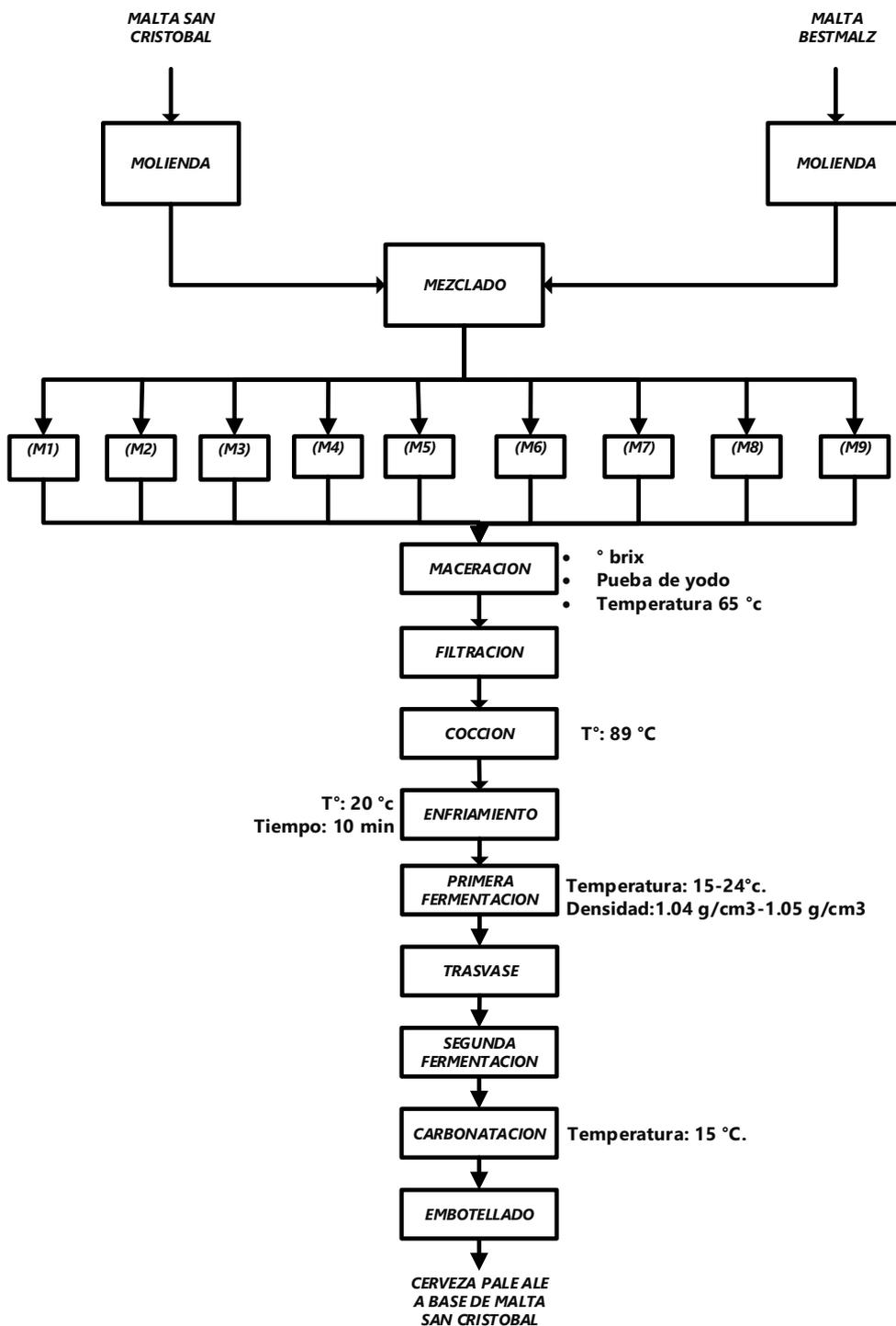
Luego de la fermentación se trasvaso a botellas de vidrio de 330 ml. de color oscuro para evitar oxidación del producto, se añadió 2.33 gramos de dextrosa por botella de mosto fermentado para otorgarle la espuma característica (CO_2) y se dejó madurar por tres semanas.

Almacenamiento

Una vez terminado el proceso de elaboración de cerveza, el producto es embotellado y almacenado a una temperatura de 4°C. El diagrama de bloques para la elaboración de cerveza artesanal se presenta en la figura 3.3.

Figura 3.3

Diagrama de bloques de elaboración de cerveza artesanal



3.3.4 Metodología para obtener requisitos según NTP 213.014

Según la NTP 213.014 se establece 4 requisitos que deben cumplir la cerveza que se detallaron en la tabla 2.5. La tabla 3.4 muestra los valores de las variables independientes.

Tabla 3.4*Valores de las variables independientes*

Variables	Valores
m (%)	30%, 50%, 70%,
LEVADURA	0.8 g, 1.04 g ,1.28 g

La tabla 3.5 muestra la operacionalización de las variables dependientes y variables independientes para requisitos de la cerveza con los instrumentos de medición.

Tabla 3.5*Operacionalización de variables para la formulación de cerveza artesanal*

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala	Unidades	Instrumentos	Indicador
Independiente	Cantidad de levadura	Masa constituida de hongos unicelulares con capacidad de fermentar el cuerpo con el que se mezcla. (Real Academia Española, 2023)	Dosis de levadura a usarse para cada combinación de malta	Numérica	g.	Balanza analítica	Gramos de levadura agregados a cada mezcla de cebada
	Porcentaje de malta San Cristóbal	Cebada germinada y tostada empleada en la fabricación de la cerveza. (Real Academia Española, 2023)	Porcentaje de malta San Cristóbal que sustituirá la malta importada Bestmalz	Numérica	g.	Balanza analítica	Gramos de malta San Cristóbal que sustituye a la malta importada
Dependiente	Color	Impresión en la retina del ojo que producen los rayos de luz reflejados y	Color de la cerveza elaborada	Numérica	Escala EBC	espectrofotómetro	Color de la cerveza de cada mezcla de cebada

		absorbidos por un cuerpo. (Cambridge University Press & Assessment , 2023)					
	Volúmenes de CO2	Gas incoloro inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos. (The Pacific Forest Trust, 2023)	Cantidad de CO2 disuelto en la cerveza	Numérica	volúmenes	Manómetro y ecuación (3)	Volúmenes de CO2 de cada mezcla de cebada
	Extracto original	Porcentaje de ingredientes orgánicos presentes en el mosto previo a la fermentación. (Sanchez, 2018)	Cantidad de extracto original	Numérica	Grados plato	Equipo alcoholizer beer y ecuación (2)	Grados plato de cada mezcla de cebada
	% Alcohol	Compuesto orgánico formado por carbono, hidrogeno y oxígeno. (Cambridge University Press & Assessment, 2023)	Cantidad de alcohol presente	Numérica	%v/v	Equipo alcoholizer beer y ecuación (1)	Porcentaje de alcohol de cada mezcla de cerveza

Se desarrollaron nueve fórmulas para determinar la calidad de la cerveza en función del porcentaje de sustitución con malta San Cristóbal y la dosis de levadura Safale S-04 que en este proceso fueron las variables independientes tal como lo muestra la tabla 3.6.

Tabla 3.6

Plan experimental para la obtención de cerveza artesanal y medición de requisitos

N	Variables independientes			Variables dependientes			
	LEVADURA	% SUSTITUCION		color (escala EBC)	% alcohol	Volúmenes de CO2	Extracto original (°Plato)
		Malta importada	Malta San Cristóbal				
M1	0.8 g	70	30				
M2	0.8 g	50	50				
M3	0.8 g	30	70				
M4	1.04 g	70	30				
M5	1.04 g	50	50				
M6	1.04 g	30	70				
M7	1.28 g	70	30				
M8	1.28 g	50	50				
M9	1.28 g	30	70				

En base a los resultados se determinó la combinación adecuada para obtener una cerveza calidad de acuerdo a los requisitos considerados por la NTP 213.014.

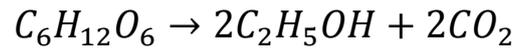
Porcentaje de Alcohol

El porcentaje de alcohol (ABV) se obtuvo por el método de diferencia de densidades.

Para este método se tomó la densidad inicial del mosto antes de la fermentación, la densidad deberá ser tomada a 20°C, al finalizar la fermentación se vuelve a medir la densidad a la que se le denominará densidad final, posteriormente se aplicará la siguiente fórmula para obtener el % v/v de alcohol.

$$\% \frac{V}{V} = (\rho_{inical} - \rho_{final}) * 131.25 \quad (1)$$

Este factor de 131.25 tiene su fundamento en los pesos moleculares y densidades de la reacción de fermentación como se muestra a continuación.



Peso molecular de los productos de la fermentación de la glucosa.

Etanol: 46,068 g/mol

CO₂: 44,01 g/mol

Haciendo una relación entre los pesos moleculares de los productos:

$$\frac{46,068 \text{ g/mol}}{44,01 \text{ g/mol}} = 1.046 \approx 1.05$$

Haciendo una relación entre las densidades del agua y etanol.

$$\frac{997 \text{ kg/m}^3}{789 \text{ kg/m}^3} = 1.25$$

Realizando una multiplicación de los dos resultados anteriores y multiplicando por 100% nos saldrá en unidades de volúmenes de CO₂.

$$1.05 * 1.25 * 100\% = 131.25\%$$

Los valores obtenidos en esta etapa se compararon con los obtenidos en el equipo Alcoolyzer Beer Me.

Determinación del extracto original del mosto

Para el control de la conversión de almidón en azúcares fermentables durante la etapa de cocimiento se hizo el uso de un refractómetro digital y un Brixómetro analógico y como una prueba adicional se hizo la prueba de yodo que es una prueba cualitativa visual que nos da un indicio que ya la totalidad del almidón se convirtió en azúcares.

Para la obtención de este valor se utilizó el equipo Alcoolyzer Beer Me y el procedimiento se detalla a continuación.

Preparación de la muestra.

- La muestra de cerveza artesanal en botella de 330 ml. se somete a agitación manual, se destapa y se vierte un volumen de 200 ml a un matraz de 500 ml. que esta adecuado con un embudo de vidrio y con papel filtro para eliminar posibles sólidos en suspensión y disipar el CO_2 , esto se repite por tres oportunidades.
- Descarte los primeros 50 ml. del filtrado y los restantes 150 ml. de la parte superior tome como muestras para las cubetas de análisis del ALCOLYZER BEER ME.

Método de prueba.

- Lavar las cubetas con agua destiladas por 3 veces
- Llena una cubeta hasta la marca amarilla (50 ml) y colócalo en la primera posición del carrusel.
- Apriete el botón Start y el análisis comenzara.

Aparte de los resultados directos de los grados platos obtenidos por el equipo Alcolyzer Beer Me, este mismo también da valores del extracto real y contenido de alcohol en %m/m, datos que pueden usarse en la ecuación del apartado 10.4 de la NTP 213.037 para determinar el extracto original a manera de comparar resultados.

$$p(\%Plato) = \frac{(2.0665 * A) + E_R}{100 + (1.0665 * A)} * 100 \quad (2)$$

Donde:

A: contenido de alcohol en %m/m.

E_R : extracto real

Determinación de volúmenes de dióxido de carbono.

Se realizó la medición con un manómetro de alta sensibilidad el cual fue acoplado a una estructura que sirvió de soporte con un cabezal filoso que perfora la chapa de la muestra y que permite el paso de CO_2 y la presión que este ejerce leyéndola en el manómetro instalado en la parte superior, de igual forma utilizando los datos obtenidos en la medición se procedió a calcular los volúmenes de CO_2 mediante las fórmulas que se encuentran en la misma norma técnica peruana, primero se determina el CO_2 en porcentaje de peso/peso, luego se convierte este resultado a porcentaje de gramos/litro y por último se reemplaza este resultado en la fórmula de volúmenes de CO_2 . Las partes del equipo para determinar la presión parcial dentro de la botella se muestran en la figura 3.4 y en la figura 3.5 se observa el control de la temperatura dentro de la botella.

Figura 3.4

Equipo para determinar la presión parcial dentro de la botella

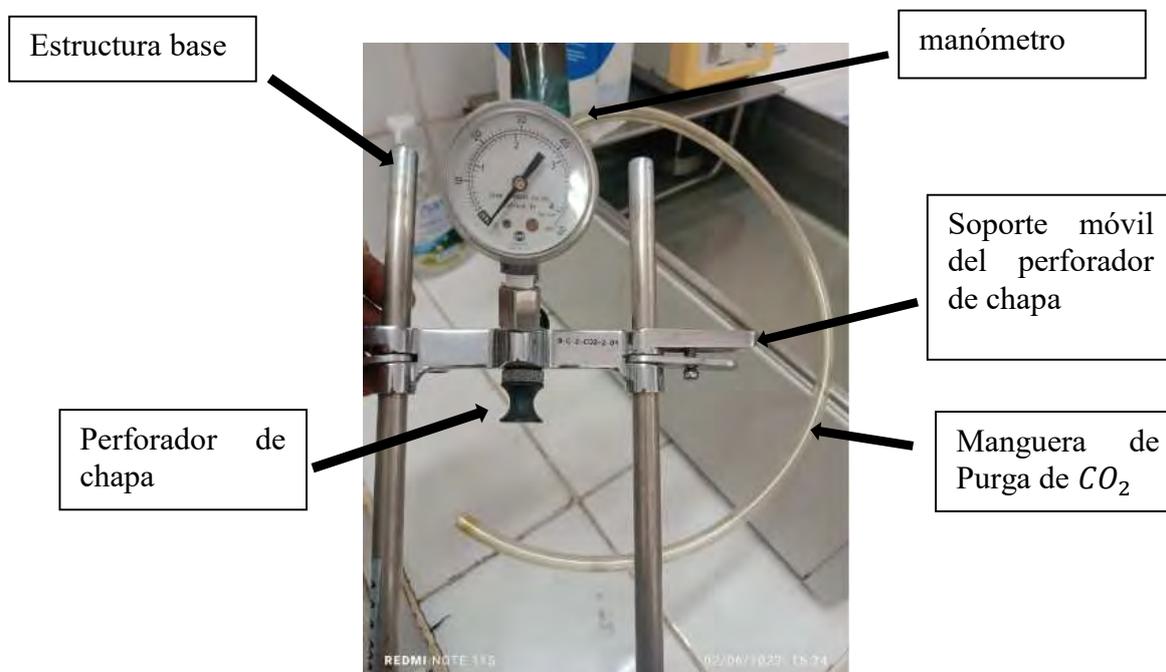


Figura 3.5

Medición de la temperatura para determinación de volúmenes de CO_2



Las ecuaciones para determinar los volúmenes de CO_2 descritos en la NTP son las siguientes:

$$CO_2 = \left[\% \left(\frac{m}{m} \right) \right] = A * [p + p^{atm}] * e^{(c + \frac{D}{t+273.17})} \quad (3)$$

Donde:

A: 1 (factor de conversión/compensación)

p: Lectura de la presión de equilibrio (parcial) del medidor, en bar.

p^{atm} : presión atmosférica en bar.

c: -10.74 (factor específico del producto c)

D: 2617.25 (factor específico de producto c)

t: Temperatura leída en el líquido en °C

Este método se basa en la ley de Henry que establece que, a una temperatura dada, la cantidad de gas disuelto en el líquido es proporcional a la presión parcial de este gas encima del líquido.

La presión parcial del gas dióxido de carbono encima del líquido y la temperatura del líquido se miden en equilibrio. La concentración de dióxido de carbono disuelto se calcula entonces a partir de una regla de cálculo, tabla o fórmula según el equipo a utilizar.

Para convertir a porcentaje de volumen/volumen cuyas unidades son g/L se utiliza la fórmula siguiente:

$$CO_2 \left(\frac{g}{L} \right) = CO_2 \left[\% \left(\frac{m}{m} \right) \right] * S * 10 \quad (4)$$

Donde:

S: Gravedad específica de la cerveza 20°C

10: Factor de conversión

Por último, se utiliza la ecuación (4) para determinar la cantidad de dióxido de carbono en volúmenes.

$$CO_2 \text{ en volúmenes} = \frac{22272 * CO_2 \left(\frac{g}{L} \right)}{44.01 * 1000} = 0.5061 * CO_2 \left(\frac{g}{L} \right) \quad (5)$$

Donde:

22272: volumen estándar molar de CO_2 a 0°C y 1 atm de presión

44.01: peso molecular del CO_2

Determinación del color

Se siguió los pasos recomendados en la NTP, se llevó a cabo en el espectrofotómetro del laboratorio de hidrocarburos, en el que a una longitud de onda de 430 nm nos dio resultado una absorbancia, posteriormente para definir el valor EBC se utilizó la fórmula siguiente.

$$EBC = 25 * D * A430 \quad (6)$$

Donde:

D: Factor de dilución de la muestra

A430: La absorbancia de luz a 430 nanómetros en una cubeta de 10 mm.

Capítulo 4

Resultados y Discusión

4.1 Tiempo de germinación de la cebada San Cristóbal

En primera instancia mediante el tamizado se determinó que la totalidad de los granos se quedó en el tamiz de 2.36 milímetros, como se muestra en la figura 4.1.

Figura 4.1

Tamizado de cebada San Cristóbal



Los resultados indicaron que el tiempo de remojo de 27 horas fue adecuado a una temperatura de 13°C, ya que se logró la humedad de 45.79%. La figura 4.2 muestra la medición de la humedad mediante equipo.

Figura 4.2

Medición de porcentaje de humedad de la cebada San Cristóbal



La cebada germinó por 64 horas, como se observa en la figura 4.3 manteniendo en promedio la humedad en 42% a 46% a temperatura ambiente promedio de 13°C. en este tiempo la raicilla alcanzó el 75% del tamaño del grano.

Delgado & Vidaurre (2020) determinaron el tiempo de remojo de cebada (*Hordeum Distichum o Disticas* 411) y fue de 2 días a 10°C y la germinación 4 días a 20°C que son resultados muy variables respecto a la actual investigación que se llevo en promedio a una temperatura de 13 °C, ya que el tiempo de remojo se redujo a casi el 50% y el de germinación en 30% esto es muy probable que el efecto de la temperatura sea significativo u otros factores como la oxigenación de la cebada.

Figura 4.3*Germinación de la cebada San Cristóbal***4.2 Determinación de la temperatura y tiempo de residencia de malteado**

El resumen de resultados de malteado a temperaturas de 75°C, 85°C y 95°C se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1*Resumen de tiempos de malteado*

TEMPERATURA (°C)	MUESTRAS (gramos)	HUMEDAD INICIAL (%)	TIEMPO (minutos)	HUMEDAD FINAL (%)
95	M1 (500)	44.65	260	2.38
85	M2 (500)	44.65	300	2.67
75	M3 (500)	44.65	320	2.74

La tabla 4.2 detalla los datos obtenidos en la experimentación del malteado y la figura 4.4 la muestra gráficamente.

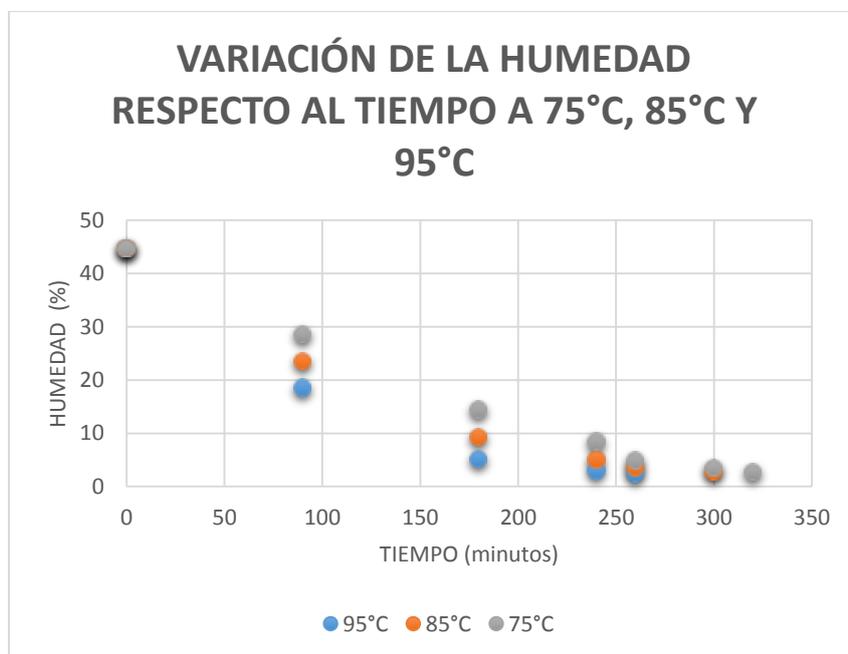
Tabla 4.2

Variación de la humedad respecto al tiempo a 75°C, 85°C y 95°C

TIEMPO (minutos)	HUMEDAD A 95 °C DE MALTEADO	HUMEDAD A 85 °C DE MALTEADO	HUMEDAD DE 75 °C DE MALTEADO
0	44.65	44.65	44.65
90	18.54	23.45	28.46
180	5.1	9.23	14.35
240	3.01	5	8.37
260	2.38	3.5	4.9
300	-	2.67	3.42
320	-	-	2.74

Figura 4.4

Variación de la humedad respecto al tiempo a 75°C, 85°C y 95°C



Según el gráfico obtenido a partir de los datos experimentales se puede observar que a mayor temperatura de malteado el porcentaje de humedad del grano de cebada San Cristobal disminuye mas rapido respecto a las otras dos temperaturas, tambien se puede verificar que a

partir del minuto 180 aproximadamente la disminucion del porcentaje de humedad en las tres temperaturas de malteado es mas lenta incrementando el tiempo necesario para alcanzar el porcentaje de humedad deseado.

Delgado & Medina (2022) determinaron que entre las pruebas realizadas la muestra malteada a 85 °C tuvo un tiempo de residencia en el horno de 3.03 horas, resultados que difieren de esta investigacion ya que a la misma temperatura en un tiempo de 3 horas recién se habia alcanzado la humedad de 9.23 % y a las 5 horas se logra alcanzar la humedad requerida para un tipo de malta Pale Ale.

Es muy probable que el que el área de contacto o el flujo de aire caliente hayan contribuido a esta diferencia en la etapa de malteado.

Control de grados Brix de la cebada malteada en maceración

Los resultados del control de grados brix de la malta obtenida mediante maceración se visualiza en la tabla 4.3

Tabla 4.3

Control de los grados Brix de la malta obtenida mediante maceración

TIEMPO (Minutos)	°Brix de malta 75 °C	°Brix de malta 85 °C	°Brix de malta 95 °C
0	0	0	0
30	5.6	9.8	6.4
45	6.3	10.4	6.8
60	7.5	10.9	7.9
75	7.7	11	7.94
80	7.8	11.2	8
90	7.9	11.4	8.8
95	9.95	11.4	8.9
100	8.15	11.4	9.1
110	8.3	-	9.2
120	8.6	-	9.5
140	9	-	10

150	9	-	10
155	9	-	10
160	9	-	10.2

Figura 4.5

Grados Brix de cebada malteada a 75, 85 Y 95°C

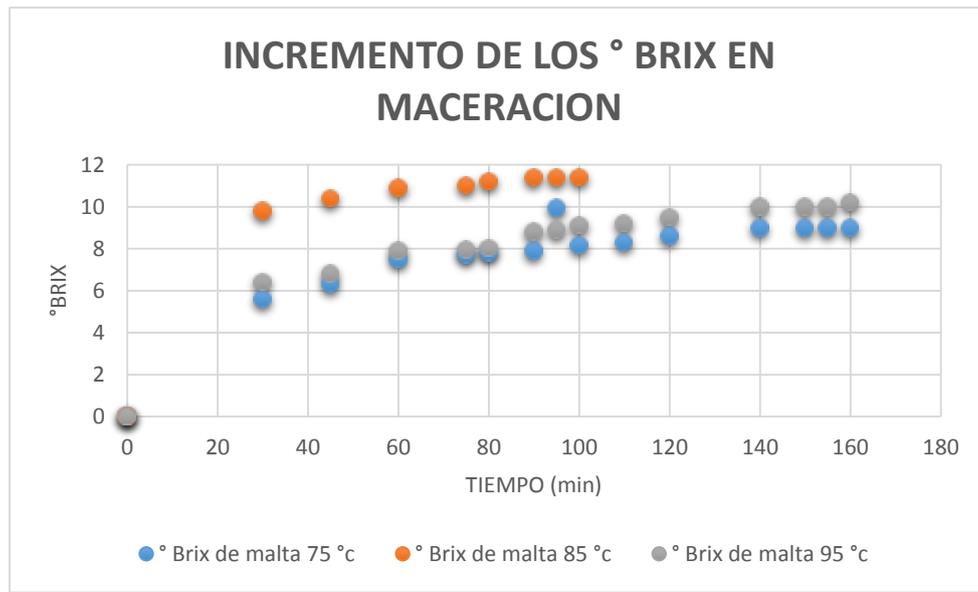


Tabla 4.4

Resumen de control de grados Brix

°BRIX EN MACERACION				
TEMPERATURA (°C)	MUESTRAS (g)	° BRIX INICIAL	TIEMPO (minutos)	° BRIX FINAL
95	M1 (500)	0	160	10.2
85	M2 (500)	0	90	11.4
75	M3 (500)	0	160	9

Según los datos obtenidos se puede observar que en los primeros 30 minutos de maceración se tiene un incremento exponencial de grados Brix, posterior a esto el incremento se torna algo más lento llegando a que los valores de grado Brix estén ligeramente más constantes.

Delgado & Medina (2022) también realizaron determinación de grados brix en la etapa de maceración alcanzando entre 15.66 a 17.167 grados Brix esta última cifra a una temperatura de malteado de 85 °C de la cebada San Cristóbal.

Se seleccionó la temperatura de malteado de 85 °C de la cebada San Cristóbal ya que a esta temperatura de malteado se alcanzó grados Brix de 11.4 en la maceración en un tiempo de 90 minutos que es el más corto a comparación de las otras dos pruebas realizadas, probablemente se pudo alcanzar los valores de grados Brix del antecedente mencionado anteriormente pero según nuestro criterio esto hubiera sido en mucho mayor tiempo de macerado y generando mayores costos por consumo de energía, por lo que teniendo en cuenta que los valores ya casi se hicieron constantes detuvimos el proceso y consideramos los valores mencionados.

4.3 Determinación del porcentaje de sustitución de la malta importada con malta San Cristóbal.

El porcentaje de sustitución fue elegido según los datos de requisitos de la cerveza obtenidos para las 9 combinaciones.

4.3.1 *Porcentaje de alcohol*

La tabla 4.5 muestra los resultados de porcentaje de alcohol para las 9 muestras.

Tabla 4.5*Determinación de porcentaje de alcohol*

MUESTRA	LEVADURA (g)	MEZCLAS (0.4 kg)		ALCOHOL ALCOLYZ ER BEER ME (%v/v)	ALCOHOL método DIFERENCIA DE DENSIDADES. (%v/v)
		MALTA IMPORTAD A (fracción)	MALTA SAN CRISTOBAL (fracción)		
1	0.8	0.7	0.3	5.83	5.84
2	0.8	0.5	0.5	5.32	5.33
3	0.8	0.3	0.7	5.88	5.76
4	1.04	0.7	0.3	5.51	5.52
5	1.04	0.5	0.5	5.33	5.34
6	1.04	0.3	0.7	5.25	5.26
7	1.28	0.7	0.3	5.77	5.79
8	1.28	0.5	0.5	6.86	6.88
9	1.28	0.3	0.7	5.39	5.41

Según los datos de la tabla 4.5 se observa que se tiene mínimas diferencias entre el porcentaje de alcohol determinado por el equipo Alcolyzer Beer Me y el método de la diferencia de densidades. La muestra 8 es la que presenta mayor porcentaje de alcohol y podría ser una razón para elegir esta muestra como la mejor, pero en si para la norma NTP 213.004 todas las muestras cumplen con el porcentaje mínimo de alcohol requerido.

La figura 4.6 muestra la determinación mediante el equipo Alcolyzer Beer Me.

Figura 4.6

Determinación de porcentaje de alcohol en el equipo Alcolizer Beer ME



La tabla 4.6 muestra las estimaciones para cada uno de los efectos y las interacciones de la variable respuesta de porcentaje de alcohol. Igualmente se muestran los intervalos de confianza del intervalo de confianza del 95.0% para los estimados.

Tabla 4.6

Efectos estimados para el % de alcohol

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Int. Confianza</i>
Promedio	5.51778	+/- 1.48793
A:LEVADURA	0.33	+/- 1.62995
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	-0.196667	+/- 1.62995
AA	0.956667	+/- 2.82315
AB	-0.215	+/- 1.99627
BB	-0.463333	+/- 2.82315

Un análisis de los efectos de las dos variables levadura y malta San Cristóbal en el estudio sobre el % de alcohol indican que cuando se aumenta la levadura de 0.8 g a 1.26 g en promedio el % de alcohol se incrementa en 0.33. Por otro lado, un incremento del % de malta de 30% a 70% provoca una disminución de 0.19% de alcohol. Por tanto, la variable independiente de mayor efecto es la cantidad de levadura. La figura 4.7 muestra estos efectos mediante el diagrama de Pareto de manera gráfica.

Figura 4.7

Diagrama de Pareto Estandarizada para % de alcohol

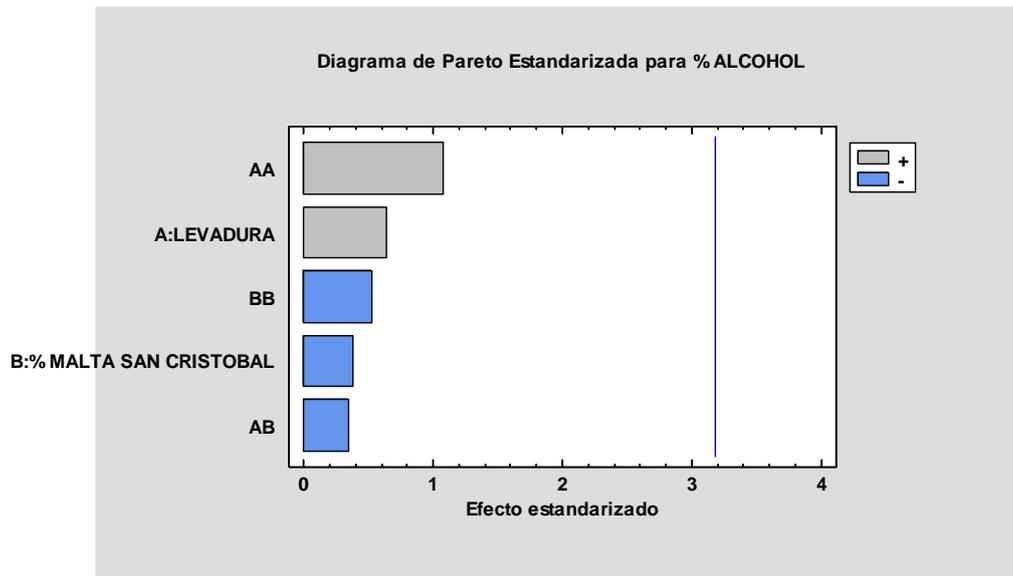
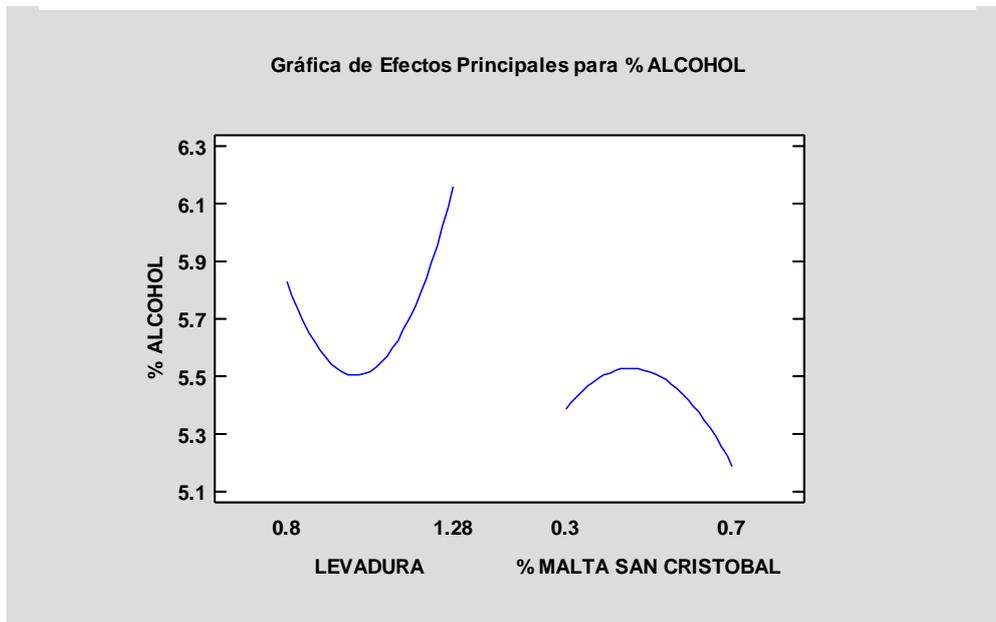


Figura 4.8*Efectos principales para % de alcohol*

En la figura 4.8 se visualiza dos curvas las cuales muestran la influencia de las dos variables independientes estudiadas (Levadura y % de sustitución de malta San Cristobal) sobre los porcentajes de alcohol que se obtienen. La curva de influencia de levadura (curva de lado izquierdo) muestra que a mayor dosificación de levadura (1.28 g) se obtiene mayor % de alcohol, de la misma forma en la curva de influencia de % de sustitución con malta San Cristobal (curva de lado derecho) muestra que a mayor porcentaje de sustitución (70%) con malta San Cristobal se obtiene menor % de alcohol en la cerveza, mientras que a un porcentaje intermedio de 50 % de sustitución con malta San Cristobal sería lo recomendable para alcanzar mayor % de alcohol.

La tabla 4.7 muestra el análisis de varianza (ANOVA)

Tabla 4.7*Análisis de Varianza para porcentaje de alcohol*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:LEVADURA	0.16335	1	0.16335	0.42	0.5652
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	0.0580167	1	0.0580167	0.15	0.7266
AA	0.457606	1	0.457606	1.16	0.3598
AB	0.046225	1	0.046225	0.12	0.7544
BB	0.107339	1	0.107339	0.27	0.6376
Error total	1.18042	3	0.393473		
Total (corr.)	2.01296	8			

Para el análisis de varianza se tiene los siguientes indicadores:

Ho: las variables no causan un efecto significativo sobre el porcentaje de alcohol en las muestras (valor-P >0.05)

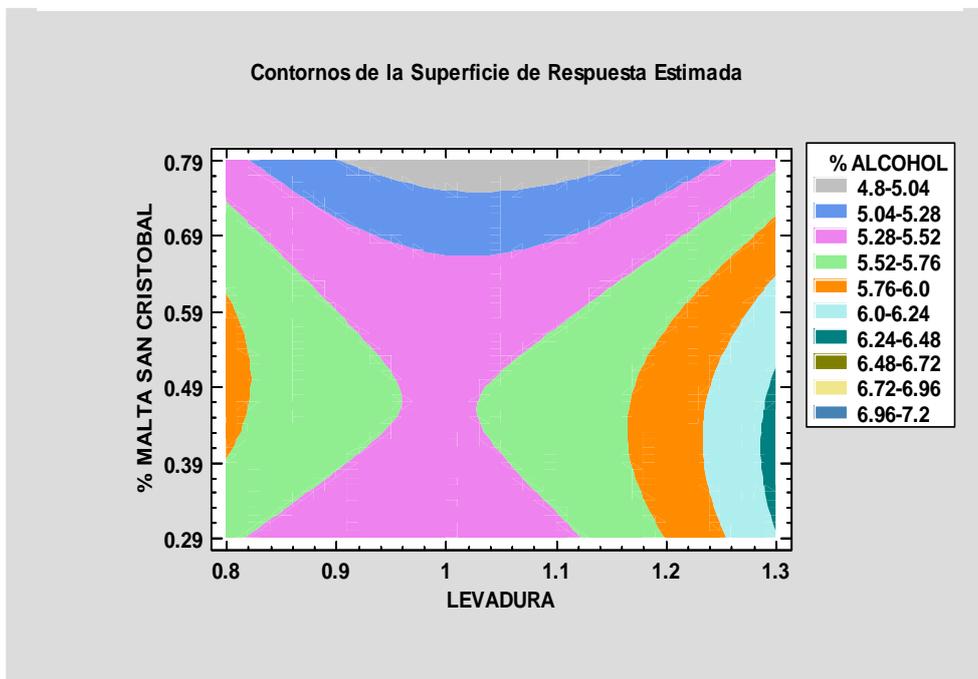
Hi: las variables si causan un efecto significativo sobre el porcentaje de alcohol en las muestras (valor-P <0.05)

La tabla 4.7 muestra que ninguna de las variables tiene un valor menor que 0.05 en la columna de Valor-P, Por lo tanto, se cumple la hipótesis nula (Ho) indicando que ninguna de las variables causa un efecto significativo sobre el porcentaje de alcohol.

Sin embargo, la muestra 8 desarrollada con una cantidad de levadura 1.26 g y porcentaje de malta San Cristóbal de 50% dio los mejores resultados para la variable respuesta de % de alcohol, esto se corrobora en la figura 4.9.

Figura 4.9

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada



La figura 4.9 sugiere que en valores de levadura que rondan entre 1.28g y 1.3 g. y porcentaje de malta de 30% a 51% (área de color verde) se obtendría un mayor porcentaje de alcohol.

En el trabajo de investigación de Casafranca, 2023, realizó una sustitución de malta cervecera con malta a partir de maíz morado en porcentajes de 20% y 35%, y al realizar un ANOVA para el efecto sobre el grado alcohólico determinó que existen cambios significativos, concluyendo que al incrementar el porcentaje de sustitución se disminuye el grado alcohólico de la cerveza; comparando con los resultados obtenidos en la presente tesis, se puede afirmar que la malta a base de cebada San Cristobal presenta mejores resultados que la malta de maíz morado en lo que respecta a porcentaje de alcohol.

4.3.2 Extracto Original (• Plato)

Los resultados plasmados en la tabla 4.8. se obtuvieron mediante el análisis de las muestras en el equipo Alcoalyzer Beer Me y mediante la metodología que indica la NTP

Tabla 4.8

Determinación de Extracto original de la cerveza (° plato)

MUESTRA	LEVADURA (g)	MEZCLAS (0.4 kg)		EXTRACTO REAL DE LA CERVEZA (%m/m)*	ALCOHOL (%m/m)	EXTRACTO ORIGINAL DE LA CERVEZA METODO NTP (°PLATO)	EXTRACTO ORIGINAL DE LA CERVEZA ALCOLYZER (°PLATO)
		MALTA IMPORTADA (fracción)	MALTA SAN CRISTOBAL (fracción)				
1	0.8	0.7	0.3	3.87	4.61	12.77	12.76
2	0.8	0.5	0.5	3.76	4.58	12.61	12.61
3	0.8	0.3	0.7	3.76	4.62	12.68	12.67
4	1.04	0.7	0.3	3.75	4.61	12.65	12.64
5	1.04	0.5	0.5	3.75	4.60	12.64	12.64
6	1.04	0.3	0.7	3.74	4.52	12.48	12.47
7	1.28	0.7	0.3	3.71	4.64	12.67	12.66
8	1.28	0.5	0.5	3.74	4.76	12.92	12.91
9	1.28	0.3	0.7	3.75	4.61	12.65	12.65

*El extracto real es la densidad o grados plato de la cerveza corregido, sin tener en cuenta el CO_2 y el porcentaje de alcohol. (Inaraja, 2021)

El método utilizado en la NTP 213.037 se compararon con los datos obtenidos por el equipo Alcolyzer Beer Me.

El extracto original es la cantidad de ingredientes orgánicos que se encontraban presentes en el mosto previo a su fermentación y la norma NTP 213.037 indica que el valor mínimo del extracto original que debe cumplir una cerveza es de 5 °Plato, por lo tanto, las 9 muestras cumplen con este requisito. La última columna de la tabla 4.8 expresa los resultados de los °Plato obtenidos directamente con el equipo Alcolyzer Beer ME, mientras que los valores de las columnas de Extracto real y Alcohol fueron utilizados en la ecuación (2) para determinar el extracto original mediante el método de la norma NTP 213.037.

Figura 4.10

Medición del Extracto original a través del equipo Alcozyzer Beer Me



La tabla 4.9. muestra los efectos de las variables independientes sobre la variable dependiente extracto original.

Tabla 4.9

Efectos estimados para extracto original

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Int. Confianza</i>
promedio	12.6367	+/- 0.32013
A:LEVADURA	0.0633333	+/- 0.350685
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	-0.0966667	+/- 0.350685
AA	0.25	+/- 0.607404
AB	0.045	+/- 0.4295
BB	-0.15	+/- 0.607404

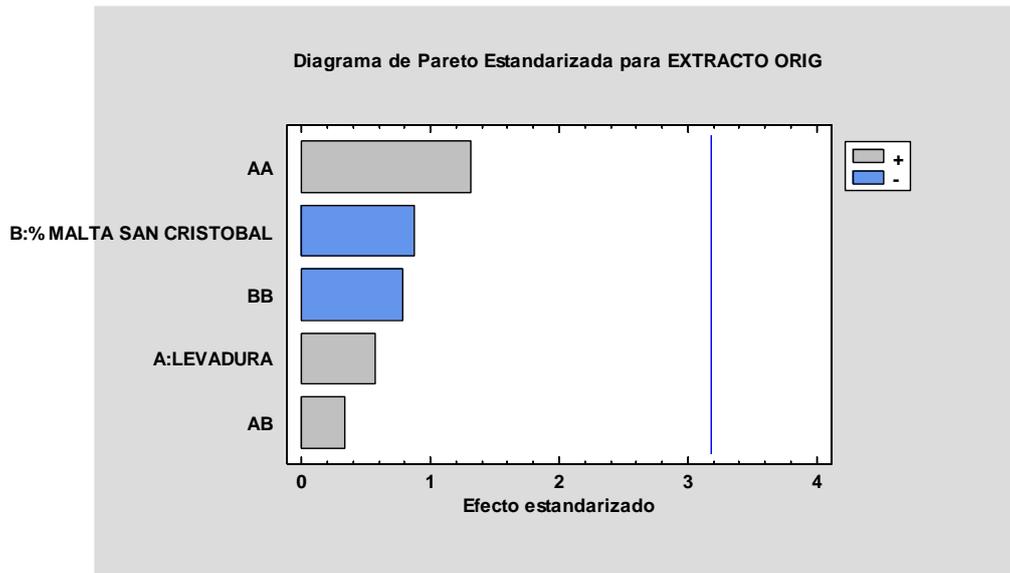
El análisis de los efectos estimados de las variables levadura y % de malta San Cristóbal sobre el extracto original indican que cuando se aumenta la levadura de 0.8 g a 1.26g los valores del extracto original se incrementa en 0.0633. Así mismo, un incremento del porcentaje de malta de 30% a 70% provoca una disminución de 0.096 de los valores del

extracto original. Si bien ambas variables afectan al extracto original, en el análisis de varianza se demostrará si estas variables afectan de manera significativa o no.

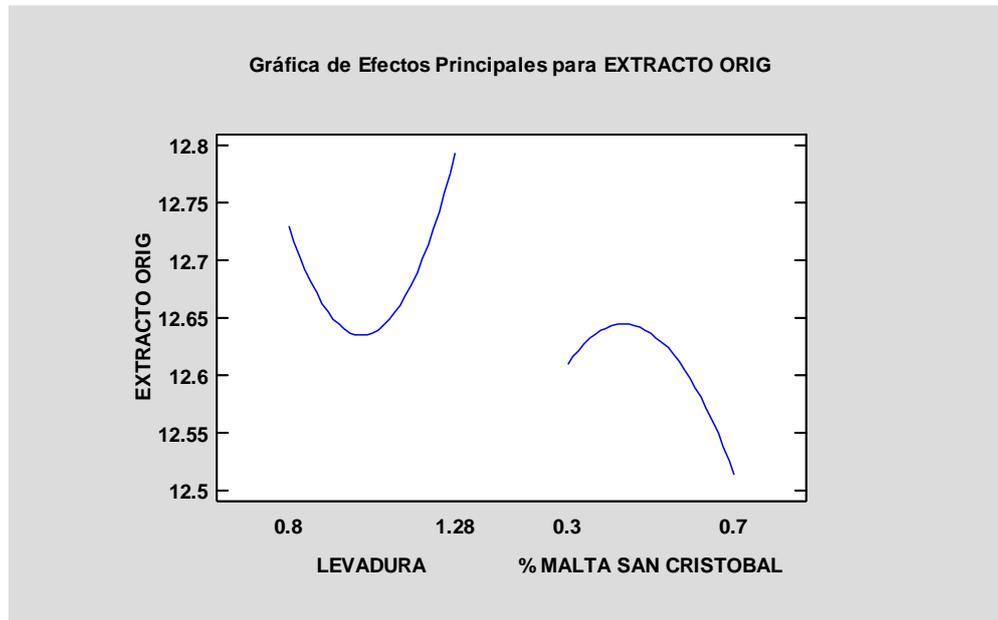
La figura 4.11 muestra el diagrama de Pareto que representa de manera gráfica los efectos de las variables en el extracto original.

Figura 4.11

Diagrama de Pareto Estandarizada para extracto original



La figura 4.12. muestra que a más levadura el extracto original aumenta ligeramente, mientras que en el caso del % de malta San Cristóbal favorece al extracto original en un valor intermedio de 40% a 50% aproximadamente.

Figura 4.12*Efectos principales para extracto original*

La tabla 4.10 muestra en análisis de varianza para el extracto original

Tabla 4.10*Análisis de Varianza para extracto original*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:LEVADURA	0.00601667	1	0.00601667	0.33	0.6057
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	0.0140167	1	0.0140167	0.77	0.4449
AA	0.03125	1	0.03125	1.72	0.2815
AB	0.002025	1	0.002025	0.11	0.7608
BB	0.01125	1	0.01125	0.62	0.4893
Error total	0.0546417	3	0.0182139		
Total (corr.)	0.1192	8			

Para el análisis de varianza se tiene los siguientes indicadores:

Ho: las variables no causan un efecto significativo sobre el extracto original en las muestras (valor-P >0.05)

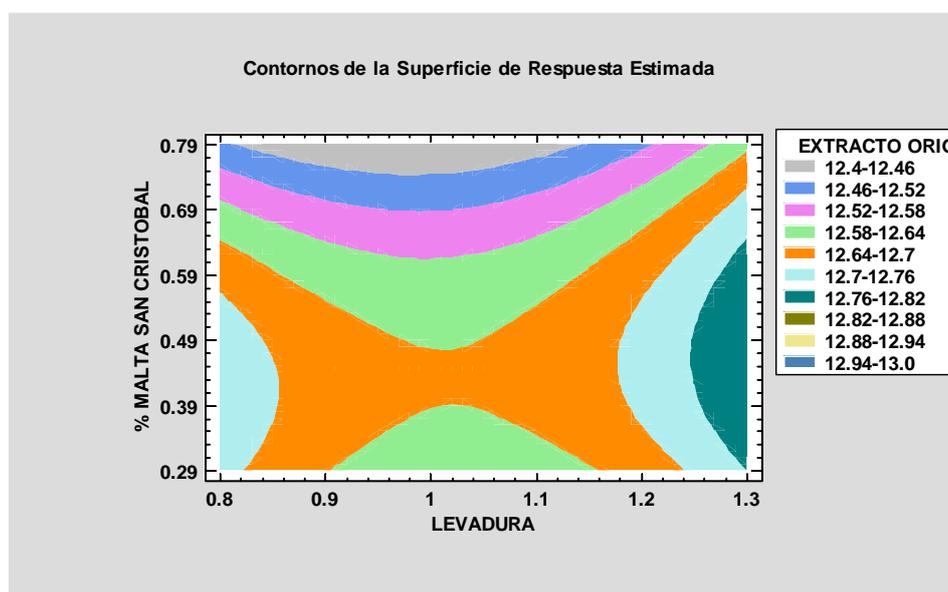
Hi: las variables si causan un efecto significativo sobre el extracto original en las muestras (valor-P <0.05)

La tabla 4.10 presenta que todas las variables tienen un valor mayor a 0.05 en la columna de Valor-P, entonces, se cumple la hipótesis nula (H_0) indicando que ninguna de las variables causa un efecto significativo sobre el extracto original.

Por lo tanto, la muestra 8 desarrollado con una cantidad de levadura 1.26 g y porcentaje de malta San Cristóbal de 50% dio los mejores resultados para la variable respuesta extracto original. La figura 4.13 muestra la zona verde oscura y los valores de las variables levadura y % de malta San Cristóbal con los que se debería trabajar para obtener los mejores resultados.

Figura 4.13

Contornos de la Superficie de respuesta estimada



4.3.3 Determinación de dióxido de carbono

Los valores obtenidos mediante dos metodologías descritas anteriormente se detallan en la tabla 4.11.

Tabla 4.11*Determinación de volúmenes de CO₂*

MUESTRA	LEVADURA (g)	MEZCLAS (0.4 kg)		PRESION MANOMETRICA (PSI)	CONTENIDO CO2 (%m/m)	CONTENIDO CO2 (%v/v)	CONTENIDO CO2 (volúmenes)
		MALTA IMPORTADA (fracción)	MALTA SAN CRISTOBAL (fracción)				
1	0.8	0.7	0.3	1.54	0.43	4.28	2.17
2	0.8	0.5	0.5	1.56	0.43	4.32	2.19
3	0.8	0.3	0.7	1.55	0.43	4.30	2.18
4	1.04	0.7	0.3	1.55	0.43	4.30	2.18
5	1.04	0.5	0.5	1.55	0.43	4.30	2.18
6	1.04	0.3	0.7	1.52	0.42	4.25	2.15
7	1.28	0.7	0.3	1.55	0.43	4.30	2.18
8	1.28	0.5	0.5	1.54	0.43	4.28	2.17
9	1.28	0.3	0.7	1.53	0.42	4.26	2.16

La última columna de la tabla 4.11 señala los valores en volúmenes de CO₂ presentes en cada muestra, mientras que la quinta, sexta y séptima columna son datos que se necesitan en las ecuaciones (3), (4) y (5) para determinar el contenido de CO₂.

El valor mínimo de los requisitos de la cerveza de la norma NTP 213.038 para contenido de CO₂ es de 0.3 volúmenes, por lo tanto, las 9 muestras cumplen con este requisito.

La figura 4.14 presenta el equipo utilizado para medir la presión parcial de las botellas de cerveza.

Figura 4.14*Medición de la presión parcial*

La tabla 4.12 muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. Igualmente se muestran los intervalos de confianza del 95.0% para los estimados.

Tabla 4.12*Efectos estimados para CO₂*

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Int. Confianza</i>
promedio	2.16778	+/- 0.0182601
A:LEVADURA	-0.00666667	+/- 0.0200029
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	-0.0133333	+/- 0.0200029
AA	0.00666667	+/- 0.0346461
AB	-0.02	+/- 0.0244985
BB	-0.0133333	+/- 0.0346461

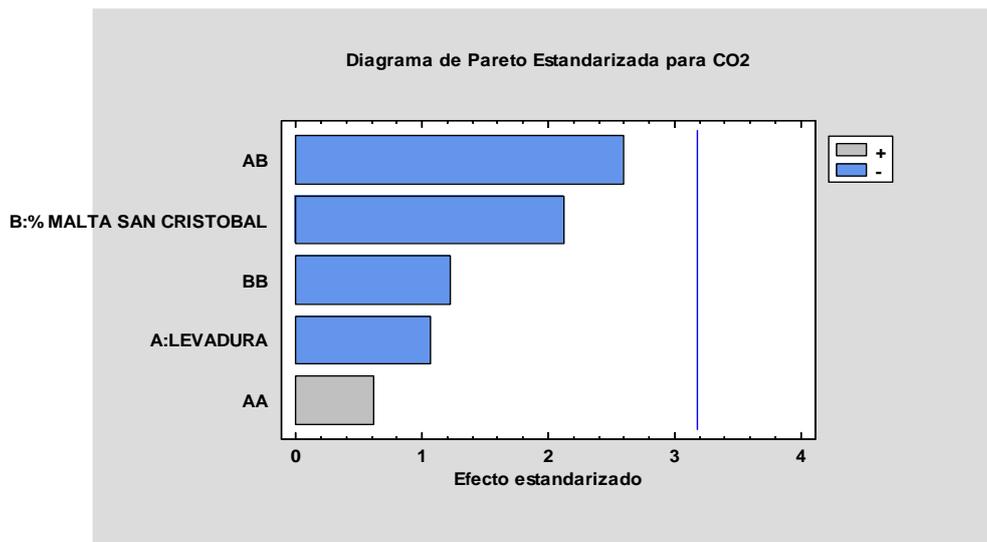
El análisis de los efectos de las dos variables levadura y % de malta San Cristóbal en estudio sobre los efectos a la formación de CO₂ indica que cuando se incrementa la levadura de 0.8 g a 1.26 y el porcentaje de malta San Cristóbal de 30% a 70% los volúmenes de CO₂ producido se ve afectado negativamente.

La variable que tiene mayor efecto es el % de sustitución con malta San Cristóbal, posteriormente se verificara si es significativa o no.

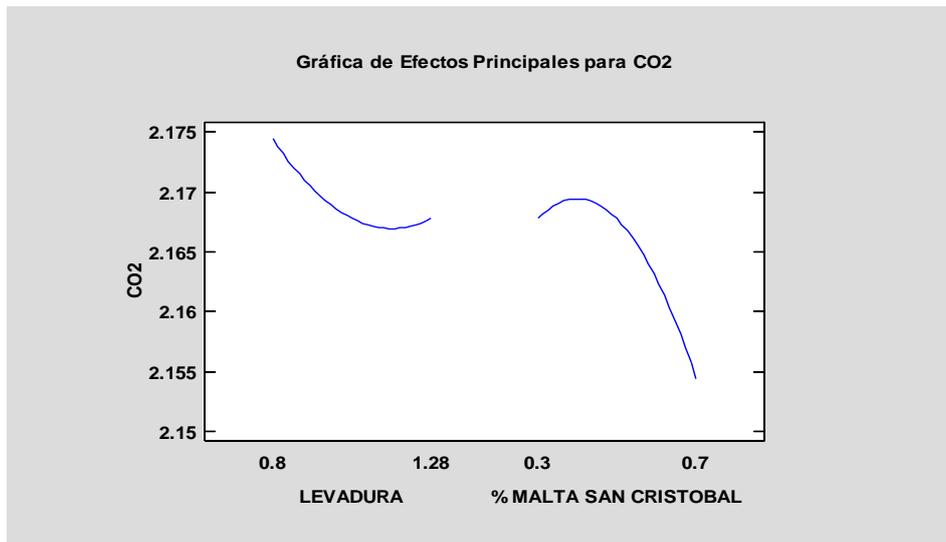
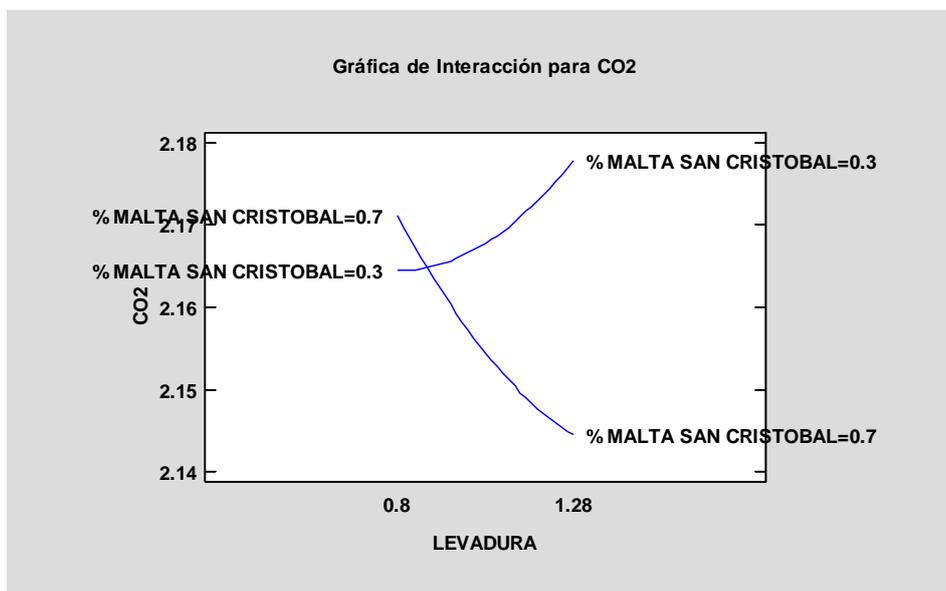
La figura 4.15 muestra el diagrama de Pareto, grafico que permite visualizar el efecto que tienen las dos variables (levadura y % de malta San Cristóbal) en la formación de CO_2 .

Figura 4.15

Diagrama de Pareto estandarizada para CO_2



La figura 4.16 muestra los efectos principales para la formación de CO_2 , se interpreta que a una dosis de levadura baja y un % de sustitución con Malta San Cristóbal de 40% se obtiene mayor volúmenes de CO_2 .

Figura 4.16*Efectos principales para CO₂***Figura 4.17***Gráfica de interacción para CO₂*

La figura 4.17 reafirma que la variable que más interactúa en la formación de CO₂ es el % de sustitución con malta San Cristóbal, ya que a mayor % de sustitución la formación de CO₂ es menor. A una dosis de 0.85 de levadura y con un 30% y 70% de sustitución con malta San Cristóbal la formación de CO₂ será la misma.

Tabla 4.13*Análisis de Varianza para CO₂*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:LEVADURA	0.0000666667	1	0.0000666667	1.12	0.3667
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	0.000266667	1	0.000266667	4.50	0.1240
AA	0.0000222222	1	0.0000222222	0.37	0.5836
AB	0.0004	1	0.0004	6.75	0.0805
BB	0.0000888889	1	0.0000888889	1.50	0.3081
Error total	0.000177778	3	0.0000592593		
Total (corr.)	0.00102222	8			

Para el análisis de varianza se tiene los siguientes indicadores:

Ho: las variables no causan un efecto significativo sobre la formación de CO₂ en las muestras (valor-P >0.05)

Hi: las variables si causan un efecto significativo sobre la formación de CO₂ en las muestras (valor-P <0.05)

La tabla 4.13 muestra que ninguna de las variables tiene un valor menor a 0.05 en la columna de Valor-P, entonces, se cumple la hipótesis nula (Ho) indicando que ninguna de las variables causa un efecto significativo sobre la formación de CO₂.

Para este análisis de varianza se tiene un valor de R- cuadrado:

$$R^2 = 82.6087\%$$

Este valor indica que la variación total de la variable respuesta (CO₂) es explicada en un 82.6087% por el modelo de regresión; lo que significa que el modelo es ajustable a los datos experimentales y puede ser utilizado para predecir la formación de CO₂ en función de la levadura y ° de malta San Cristóbal.

El modelo que representa a los datos experimentales es el siguiente:

$$CO_2(vol) = 2.11148 - 0.0300926A + 0.35B + 0.0578704A^2 - 0.208333AB - 0.166667B^2$$

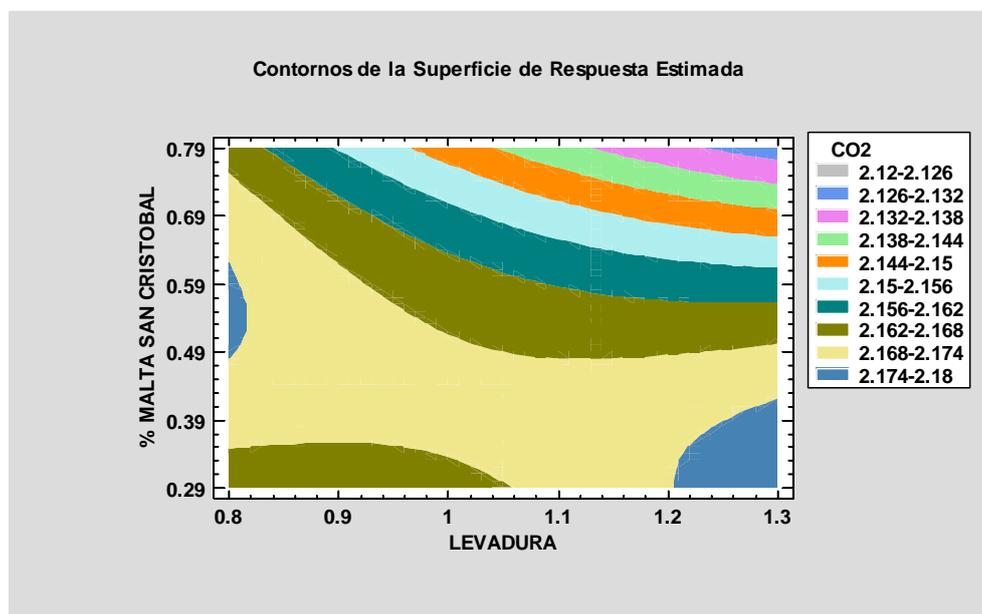
Donde:

$A = levadura$

$B = \% \text{ de malta San Cristobal}$

Figura 4.18

Contornos de la superficie de respuesta estimada



Según la figura 4.18 y según la NTP de los requisitos de la cerveza, específicamente en lo que respecta a CO_2 podríamos trabajar en toda la superficie mostrada ya que como mínimo se debe tener un 0.3 volúmenes de CO_2 .

4.3.4 Color por espectrofotometría

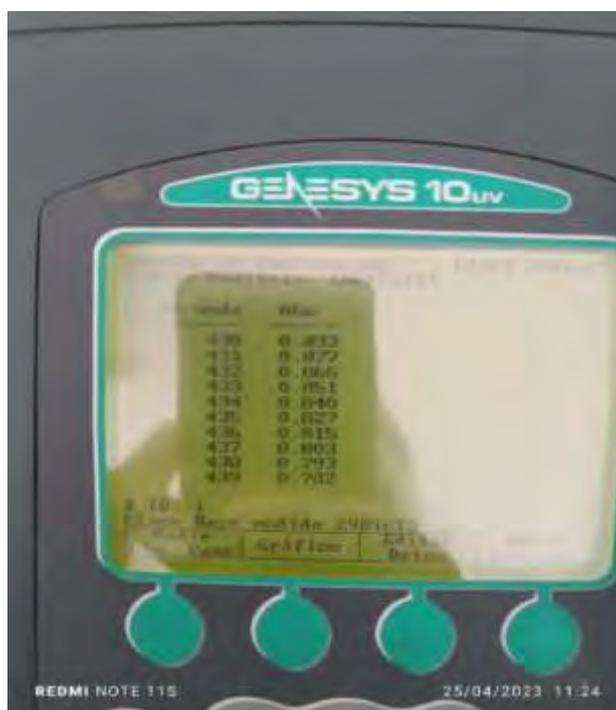
Los datos obtenidos en el espectrofotómetro del laboratorio de hidrocarburos y convertidos a escala EBC mediante la metodología que sugiere la NTP 213.027 se muestra en la tabla 4.14.

Tabla 4.14*Resultados color por espectrofotometría*

MUESTRA	levadura (g)	MESCLAS (0.4 kg)		ABSORBANCIA A 430 nm	Color (EBC)
		MALTA IMPORTADA (fracción)	MALTA SAN CRISTOBAL (fracción)		
1	0.8	0.7	0.3	0.893	22.33
2	0.8	0.5	0.5	0.764	19.10
3	0.8	0.3	0.7	0.950	23.75
4	1.04	0.7	0.3	0.956	23.90
5	1.04	0.5	0.5	0.857	21.43
6	1.04	0.3	0.7	0.810	20.25
7	1.28	0.7	0.3	0.879	21.98
8	1.28	0.5	0.5	0.956	23.90
9	1.28	0.3	0.7	0.863	21.58

La absorbancia es la cantidad de luz absorbida a 430 nm para cada una de las muestras de cerveza, mediante los datos de Absorbancia obtenidos por el espectrofotómetro y la ecuación (6) se determinó los valores para color en la escala EBC para las 9 muestras. Mientras más oscura sea la cerveza a medir en el espectrofotómetro el valor de absorbancia será mayor.

La norma NTP 213.014 establece que las cervezas claras (grupo en la que se encuentra el estilo Pale Ale) presentan un valor en la escala EBC menor a 30 unidades. Por lo tanto, teniendo los valores de la última columna de la tabla 4.14 se puede afirmar que las 9 muestras son aceptables.

Figura 4.19*Equipo Espectrofotómetro*

La figura 4.19 muestra los resultados del análisis en el espectrofotómetro, como se observa en la figura hay una columna denominada “onda” con diferentes valores y su Absorbancia respectiva, sin embargo, el valor que nos interesa es la absorbancia a la longitud de onda de 430 nm.

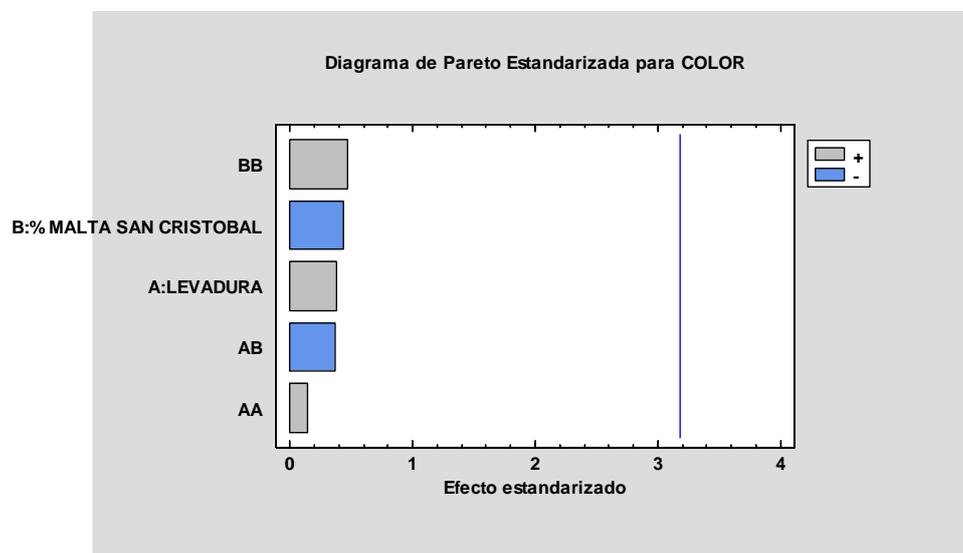
Tabla 4.15*Efectos estimados para color*

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Int. Confianza</i>
promedio	21.3122	+/- 5.81694
A:LEVADURA	0.76	+/- 6.37213
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	-0.876667	+/- 6.37213
AA	0.493333	+/- 11.0369
AB	-0.91	+/- 7.80424
BB	1.64333	+/- 11.0369

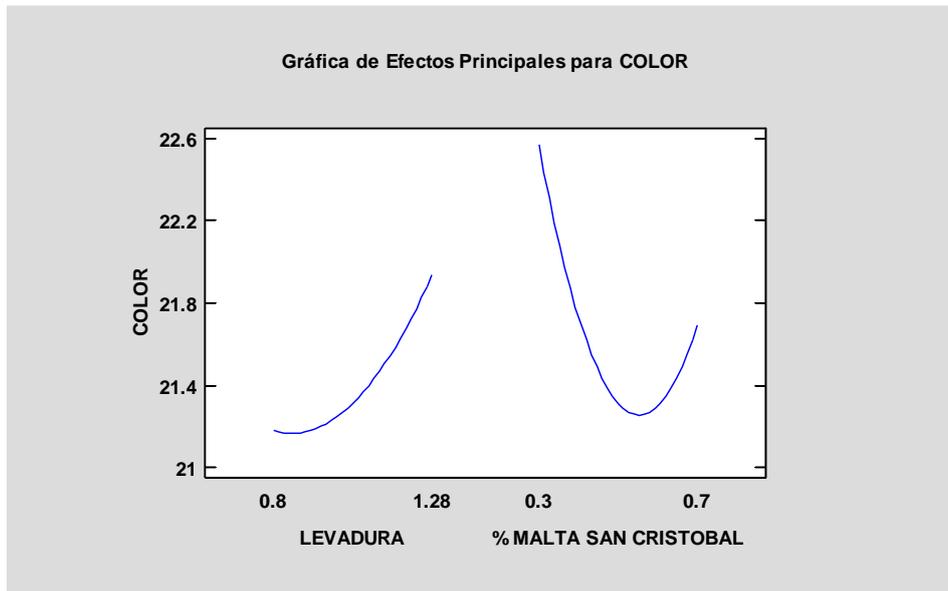
El análisis de los efectos de las dos variables levadura y % de malta San Cristóbal en estudio sobre los efectos en el color de la cerveza artesanal mostrado en la tabla 4.15 da a conocer que al aumentar la cantidad de levadura el color se intensifica en 0.76, por otro lado, aumentar el % de sustitución de malta San Cristóbal el color se torna más claro bajando la tonalidad en 0.87.

Figura 4.20

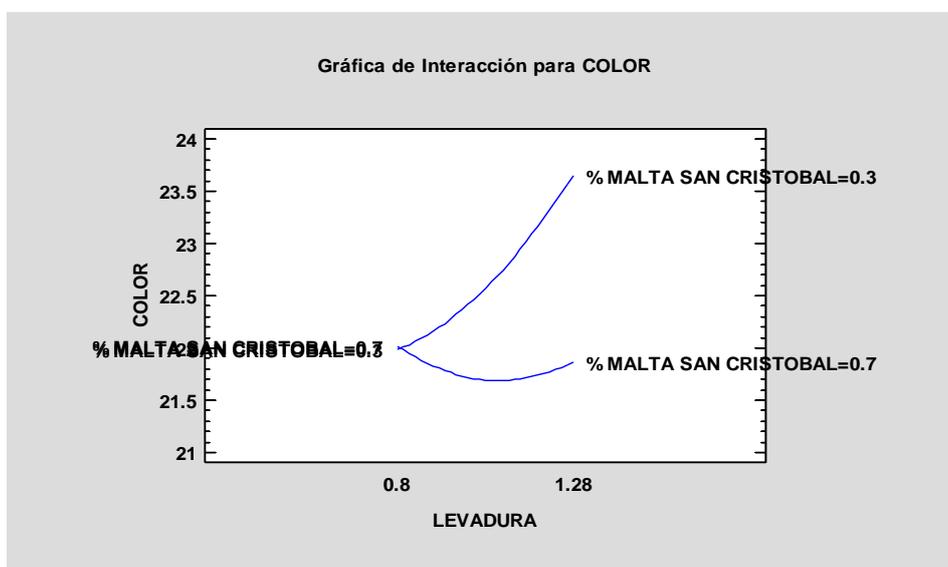
Diagrama de Pareto para color



El diagrama de Pareto mostrado en la figura 4.20 da a conocer de manera gráfica que el porcentaje de sustitución con malta San Cristóbal tiene más efectos en el color.

Figura 4.21*Efectos principales para color*

La figura 4.21 de efectos principales muestra que a mayor cantidad de levadura usada en el proceso de fermentación favorece al color aumentando su valor, inverso a lo que ocurre con el porcentaje de sustitución de la malta San Cristóbal.

Figura 4.22*Interacción para color*

La figura 4.22. muestra que un valor mínimo de porcentaje de sustitución con malta San Cristóbal y una concentración máxima de levadura proveerán de un color más oscuro a la cerveza artesanal.

La tabla 4.16. muestra los datos del análisis de varianza para color.

Tabla 4.16

Análisis de Varianza para color

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:LEVADURA	0.8664	1	0.8664	0.14	0.7295
B:% MALTA SAN CRISTOBAL	1.15282	1	1.15282	0.19	0.6911
AA	0.121689	1	0.121689	0.02	0.8959
AB	0.8281	1	0.8281	0.14	0.7352
BB	1.35027	1	1.35027	0.22	0.6680
Error total	18.0409	3	6.01365		
Total (corr.)	22.3602	8			

Para el análisis de varianza se tiene los siguientes indicadores:

Ho: las variables no causan un efecto significativo sobre el color en las muestras

(valor-P >0.05)

Hi: las variables si causan un efecto significativo sobre el color en las muestras (valor-

P <0.05)

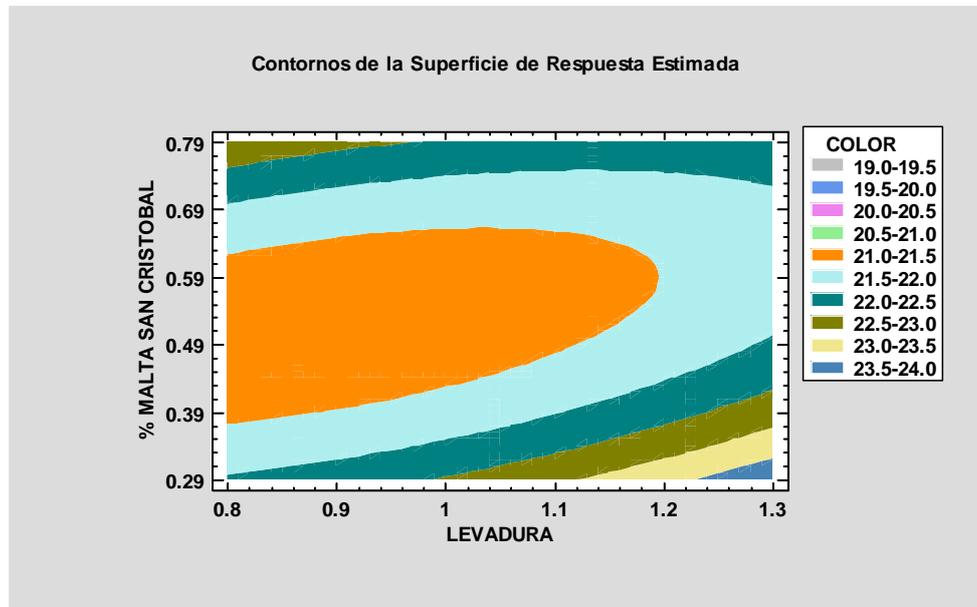
La tabla 4.16 muestra que ninguna de las variables tiene un valor menor a 0.05 en la columna de Valor-P, entonces, se cumple la hipótesis nula (Ho) indicando que ninguna de las variables causa un efecto significativo sobre el color.

Según la figura 4.23 y la NTP de los requisitos de la cerveza, específicamente en lo que respecta a color podríamos tendríamos que evitar trabajar en la zona ploma (19-19.5) y

parte de la azul ya que según la escala de color EBC una cerveza tipo Pale Ale deberá estar en el rango de 19.7 – 27.58.

Figura 4.23

Contornos de la superficie de respuesta para color



Renteria (2020) al realizar el análisis de varianza para determinar si el % de levadura y % de sustitución de la malta con olluco influyen en el color, este estudio indicó que estos parámetros NO influyen en el color; lo que hace deducir que en % de sustitución pequeños de malta el color de la cerveza no será afectado; así mismo la dosificación de levadura no influye en el color resultados que se ven reafirmados por la reciente investigación.

Renteria (2020) en su investigación titulada “Elaboración y caracterización de cerveza Ale a base de maracuya y almidón de olluco en la región piura, Perú 2019” determina que la mejor opción según una evaluación sensorial es sustituir solo el 10% de malta importada con almidón de olluco y una dosis de levadura 0.63 g/L.

La presente investigación según los resultados en lo que respecta a requisitos de calidad de la cerveza todos los porcentajes de sustitución cumplen con lo que establece la NTP 213.014, pero se seleccionó la prueba número 3, ya que esta presenta mayor porcentaje de sustitución de malta San Cristóbal y menor dosis de levadura.

Conclusiones

- Es posible formular una cerveza artesanal tipo Pale Ale con cebada de la variedad San Cristóbal que cumpla con los requisitos de la NTP 213.014.
- Se determinó como tiempo de germinación de la cebada San Cristóbal 64 horas, manteniendo la humedad entre 42% y 46% a temperatura promedio de 13°C.
- Se determinó que a una temperatura y tiempo de malteado de 85°C y 300 minutos respectivamente el almidón de la malta San Cristóbal llegó a un mayor porcentaje de conversión en azúcares durante la maceración teniendo un valor de 11.4°Brix.
- La conclusión más relevante de la investigación es que de las nueve muestras realizadas todas cumplieron con los requisitos que exige la NTP 213.014, pero la muestra número tres tenía una característica importante frente a las otras en lo que respecta al interés de esta investigación: el porcentaje de sustitución de malta San Cristóbal es el más elevado (70%), lleva menor cantidad de levadura (0.8g/l) y en comparación a los otros dos experimentos que también tienen 70% de malta San Cristóbal la prueba número 3 fue la que obtuvo más porcentaje de alcohol, por lo que los costos de producción se reducirían.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar pruebas con cantidades mayores de sustitución de malta San Cristóbal y analizar los efectos en las características de la cerveza.
- Se recomienda tener mayor control en mantener la humedad y remoción de los granos para que la germinación sea más uniforme.
- Se recomienda utilizar una superficie de tostado de acuerdo a la forma del horno utilizado para aprovechar mejor la superficie de contacto.
- Se recomienda el tiempo de maceración a 60 min ya que el cambio de grados brix a partir de este tiempo ya no es significativo.
- Se recomienda hacer una segunda fermentación en otro reactor y posterior a este proceso recién embotellar para reducir en un porcentaje los sólidos en suspensión que no dan buen aspecto al producto final.
- Se sugiere realizar un proyecto a nivel de factibilidad de una planta maltera de cebada San Cristóbal en la ciudad del Cusco.

Referencias Bibliográficas

- Agraria, D. d. (2018). INIA 411 SAN CRISTOBAL. *Proyecto Cultivos Andinos*, 2.
- Albarracin, K. (2020). *ESTUDIO DE PARÁMETROS PARA LA PROPAGACIÓN DE LAS CEPAS DE LEVADURA CERVECERA Saccharomyces cerevisiae Y Saccharomyces carlsbergensis PARA LA FABRICACIÓN DE CERVEZA ARTESANA*. Madrid.
- ARS, N. d.-A. (03 de 04 de 2009). *exportemos.pe*. Obtenido de <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Cerveza%20de%20Malta.pdf>
- Asmat, R. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la implementacion de una planta de malteo de granos - malteria, en el departamento de la libertad*. Universidad nacional de Trujillo, La Libertad, Trujillo.
- Bamforth, C. W. (2005). *Food, Fermentation and Micro-organisms*. California: Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company.
- Banco Central de Reserva; filial Cusco. (2022). Caracterizacion del departamento de Cusco.
- Burini, J., Trochine, A., & Libkind, D. (12 de 2017). *IPATEC*. Obtenido de CONICET: https://ipatec.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/72/2017/12/IPATEC-Calidad-de-LúpuloIPATEC_v19_12_17.pdf
- Cambridge University Press & Assessment . (2023). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/tiempo>
- Cambridge University Press & Assessment . (2023). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/color>
- Cambridge University Press & Assessment. (2023). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/alcohol>

- Cambridge University Press & Assessment. (2023). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/temperatura>
- Carbajal, A., Martines, L., & Insusasti, M. (2015). *Elaboracion de cerveza artesanal utilizando cebada y yuca*.
- Casafranca, J. M. (2023). *Repositorio UNAMBA*. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1284/T_089.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Checerverza. (2016). *CHE! CERVEZA*. Obtenido de <https://checerverza.com/tipos-de-maltas/>
- Cocinista. (2021). *cocinista*. Obtenido de cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta.html
- Delgado, E., & Medina, J. (febrero de 2022). TEMPERATURA Y TIEMPO OPTIMOS EN EL PROCESO DE SECADO DE MALTA BASE DE CEBADA. Cajamarca, Peru.
- Delgado, V., & Vidaurre, S. (febrero de 2020). Determinación de temperatura y humedad óptimo para el desarrollo de la acrospira de la cebada (*hordeum Distichum* O *Disticas* INIA 411) en su proceso de malteado. Cajamarca, Cajamarca, Peru.
- Distrines. (june de 2017). *Distrines Insumos de Cerveza*. Obtenido de <https://distrines.com/maltas/2/malta-pale-ale>
- España., C. d. (2015). Tipos de impuestospecial aplicable a la cerveza.
- Española, R. A. (2021). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/cebada>
- Folch, J. L., Garay, A., & Lledias, F. (2004). La respuesta a estres en la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. *Revista latinoamericana de Microbiologia*, 24-46.
- Garcia, F. (1995). El malteo de la CEBADA. *Cereales*, 17-20.

Garcia, F. (s.f.). El malteo de la CEBADA. Madrid.

Garcia, M. (2018). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/338530092/Cebada-y-Malta>

Gonzales, I., & Carlos. (2021). *Atenuacion de la cerveza*. Obtenido de <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2021/02/ATENUACION-CERVECERA.pdf>.

Gonzales, M. R. (2017). *Principios de la elaboracion de las cervezas artesanales*. Carolina del norte: Lulu Enterprice.

GUDELO LIÑAN, L. F., & VARGAS SALAZAR, M. A. (2018). *Evaluacion de la cerveza artesanal "TAWALA" usando kiwi como fruta adicional*. Tesis de licenciatura., Fundacion universidad America, Facultad de Ingenieria, BOGOTA.

Hough, J. (2011). *Biotecnologia de la cerveza y malta*. ZARAGOZA: ACRIBIA S.A.

INACAL. (2016). *N.T.P. 213.014*. Lima.

Inaraja, C. (02 de 2021). *Asociacion Española de Tecnicos de Cerveza y Malta*. Obtenido de <https://aetcm.es/wp-content/uploads/2021/02/ATENUACION-CERVECERA.pdf#:~:text=Extracto%20real%2C%20es%20la%20densidad,alto%20que%20el%20extracto%20aparente>.

INTAGRI S.C. (2017). *INTAGRI*. Obtenido de Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Serie Suelos: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

Intermaltacraft. (13 de 07 de 2022). *Intermaltacraft*. Obtenido de <https://www.intermaltacraft.com/es/blog/caracteristicas-de-una-buena-cebada-cervecera-or-infografia-descargable>

- Koroluk, C. A. (9 de noviembre de 2020). *Cerveza de Argentina*. Obtenido de <https://cervezadeargentina.com.ar/recetas/englishpaleale.htm>
- Llanos, J. (Febrero de 2020). *Cerveza artesanal versus cerveza industrial: un analisis de la preferencia de los jovenes universitarios en mar de plata*. Obtenido de <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3350/1/llanos-2020.pdf>
- Mega. (12 de junio de 2020). *MEGA Mundo Estrella Galicia*. Obtenido de <https://mundoestrellagalicia.es/agua-ingrediente-cerveza/#:~:text=El%20agua%3A%20una%20materia%20prima,un%2092%25%20de%20su%20composici%C3%B3n.>
- Mencia, G., & Perez, R. (2016). *Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maiz (Zea mays), cebada (Hordeum vulgare), carbonatada con azucar y miel de abeja*. Honduras.
- Mesones, B. (2012). *BIRRAPEDIA*. Recuperado el 15 de FEBRERO de 2019, de <https://birrapedia.com/libros-sobre-cervezas/manual-de-elaboracion-para-maestros-cerveceros>
- MICET. (22 de 06 de 2021). *MICET Innovation for everyone*. Obtenido de <https://www.micetcraft.com/es/tipos-de-malta/>
- MINCETUR. (2009). Ficha de Requisitos Tecnicos de Acceso al Mercado de EEUU. *Ficha de Requisitos Tecnicos de Acceso al Mercado de EEUU*, 1-18.
- Miralles, D., Gonzalez, F., & L.G., A. (2014). *Manual de trigo y cebada para el cono sur. Procesos fisiologicos y bases de manejo*. Uruguay.
- Monroy, M. (2019). *Evaluacion de Parametros Fisicoquimicos en una Cerveza Utilizando Triticale como Adjunto*. Toluca.

- Moran, J. (2016). *Agrificiente*. Obtenido de Agryd: <https://www.agrificiente.cl/wp-content/uploads/El-rol-del-agua-en-produccion-de-cerveza.pdf>
- Perez, T. (14 de 01 de 2016). *Grupo B*. Obtenido de borauhermanos.com/conozca-las-clases-de-cebada/
- Peves, D. (2022). *Diario Gestion*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/empresas/hay-cerca-de-600-marcas-de-cerveza-artesanal-pero-solo-el-10-de-ellas-posicionadas-noticia/>
- Pinedo, R., Rojas, F., & Bautista, M. (2020). *Cultivo de cebada*. Lima: La molina.
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/levadura>
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/malta>
- Renteria, F. d. (2020). *Universidad Nacional de Piura*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2416/IAIA-REN-SER-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, H. (2003). *Determinacion de parametros fisicoquimicos para la caracterizacion de cerveza tipo lager elaborada por compañía cervecera Kunstmann S.A.* Valdivia.
- Rosas, R. (Noviembre de 2019). Efecto de la temperatura de germinacion en el proceso de malteo en el Triticale (X Triticosecale Wittmack). Piedras Blancas, Toluca, Mexico.
- Ruiz sanchez, Y. (2006). *Elaboracion de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (hordeum vulgare) producidos en los estados de Hidalgo y Tlaxcala*. Pachuca de Soto, Hidalgo.

- Sanchez Miguel, A. (2011). *Fermentacion de malta empleando un sistema semicontinuo en el proceso de elaboracion de la cerveza*. Huajapan de Leon: Universidad tecnologica de Mixteca.
- Sanchez, F. (2018). *Loopulo*. Obtenido de <https://loopulo.com/conocer/extracto-seco-primitivo-que-es-exactamente/>
- Sancho, R. (2015). *Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción*. Barcelona.
- Sikeiros, K. (23 de septiembre de 2020). *CERVERCEROS DE MEXICO*. Obtenido de <https://cervecerosdemexico.com/2020/09/23/que-caracteristicas-aporta-el-lupulo-a-la-cerveza/>
- Solano, E. (2019). *Repositorio Universidad de Trujillo*. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13383/Solano%20Rodriguez%20C%20Edgar%20Ivan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suarez, C., Garrido, N., & Guevara, C. (2016). *Levadura Saccharomyces ceevisiae y la produccion de alcohol*. La Habana.
- The Pacific Forest Trust. (2023). *Greenfacts*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-carbono.htm>
- Trigoso, M. (17 de 07 de 2022). *Gestion*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/empresas/el-70-de-compradores-de-cerveza-artesanal-lo-hace-por-impulso-noticia/#:~:text=E1%2058%25%20de%20los%20peruanos,último%20estudio%20de%20Impronta%20Research.>
- Vera, M. A. (2017). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/29536367-Desarrollo-y-formulacion-de-cervezas-artesanales.html>

Apéndice

5.1 Análisis sensorial

Se realizó un análisis del consumidor, también denominado prueba hedónica, la cual se utiliza para evaluar la aceptabilidad del producto, se usan jueces no entrenados. La muestra denominada A es la presenta una sustitución del 70% de malta San Cristóbal mientras que la muestra B es una cerveza artesanal ya presenté en el mercado con el nombre de Curaka. Se usó una hoja de evaluación sensorial con los atributos de amargor, nivel de espuma y Flavor, el análisis se realizó con una escala de 9 puntos que se detalla en el anexo 1.

Para analizar estadísticamente las características sensoriales se hizo uso de la prueba de Wilcoxon, que se aplica para datos no paramétricos, es decir que no siguen una distribución normal y el tamaño de muestra no sea superior a 30.

La tabla 5.1 presenta los indicadores de hipótesis para el análisis estadístico de los tres atributos

Tabla 5.1

indicadores de hipótesis para el análisis estadístico

$SI F > V.C. PARA F$	$SE RECHAZA H_0, LAS MEDIAS NO SON IGUALES$
$SI F < V.C. PARA F$	$NO SE RECHAZA H_0, LAS MEDIAS SON IGUALES$
	$P < 0.05$, es significativo
P	$SI P < 0.05$ SE RECHAZA H_0 , LAS MEDIAS NO SON IGUALES
	$SI P > 0.05$ NO SE RECHAZA H_0 , LAS MEDIAS SON IGUALES

La tabla 5.2 muestra la valoración para los atributos amargor, nivel de espuma y flavor, para posteriormente someter a análisis estadístico cada atributo.

Tabla 5.2*Valoración de los atributos amargor, nivel de espuma y flavor*

N°	Amargor		Nivel de espuma		flavor	
	muestra A	muestra B	muestra A	muestra B	muestra A	muestra B
Juez 1	8	6	8	9	8	6
Juez 2	6	4	8	8	8	6
Juez 3	8	7	5	5	7	8
Juez 4	8	4	4	8	8	4
Juez 5	9	7	8	8	8	6
Juez 6	6	8	5	8	6	7
Juez 7	5	4	4	7	6	7
Juez 8	6	7	9	9	8	9
Juez 9	5	8	3	7	7	7
Juez 10	8	6	4	8	6	9
Juez 11	7	8	4	9	8	9
Juez 12	7	5	7	6	8	9
Juez 13	7	6	6	7	8	9
Juez 14	7	5	6	7	8	8
Juez 15	7	5	5	8	8	6
Juez 16	8	6	5	7	4	3
Juez 17	6	3	5	7	4	3
Juez 18	3	2	6	8	4	3
Juez 19	4	5	6	7	7	4
Juez 20	7	4	8	9	6	7
Juez 21	7	4	5	7	6	5
Juez 22	8	5	8	9	9	7
Juez 23	8	7	5	9	8	7
Juez 24	6	7	5	8	7	9
Juez 25	7	8	7	8	6	7
Juez 26	8	9	5	7	8	9
Juez 27	5	4	6	9	7	4
Juez 28	7	6	8	8	9	7
Juez 29	8	4	6	6	7	7
Juez 30	8	6	7	8	8	7

Amargor

La tabla 5.3 muestra el análisis estadístico para el atributo amargor.

Tabla 5.3*Análisis estadístico para atributo amargor*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Filas	93.733333	29	3.23218391	2.049562	0.02898782	1.8608114
Columnas	19.266666	1	19.2666667	12.21720	0.00154335	4.1829642
Error	45.733333	29	1.57701149			
Total	158.73333	59				

Al tener un valor de $p < 0.05$ (0.00015), y un valor de F mayor al Valor crítico para F, se llega a determinar que la cantidad de respuestas de los jueces tienen una diferencia significativa para la variable medida del Amargor.

Nivel de espuma

La tabla 5.4 muestra el análisis estadístico para el atributo nivel de espuma.

Tabla 5.4*Análisis estadístico para atributo nivel de espuma*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Filas	65.483333	29	2.25804598	1.8880346	0.04621562	1.8608114
Columnas	46.816666	1	46.8166667	39.145122	7.8975E-07	4.1829642
Error	34.683333	29	1.19597701			
Total	146.98333	59				

Al tener un valor de $p < 0.05$ (0.000000789), y un valor de F mayor al Valor crítico para F, se llega a determinar que la cantidad de respuestas de los jueces presentan diferencias significativas para la variable medida del nivel de espuma.

Flavor

La tabla 5.5 muestra el análisis estadístico para el atributo nivel de espuma.

Tabla 5.5

Análisis estadístico para atributo nivel de espuma

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (P)	Valor crítico para F
Filas	122.15	29	4.21206897	3.00245801	0.0020769	1.86081144
Columnas	2.81666667	1	2.81666667	2.0077837	0.16714785	4.18296429
Error	40.68333333	29	1.40287356			
Total	165.65	59				

Al tener un valor de $p > 0.05$ (0.1671), y un valor de F menor al Valor crítico para F, se llega a determinar que la cantidad de respuestas de los jueces, en su mayoría llegan a ser iguales, demostrando que no hay diferencias significativas para la variable de medida del Flavor.

Anexos

6.1 Anexo 1: Hoja de análisis sensorial

ANALISIS SENSORIAL CERVEZA ARTESANAL TIPO PALE ALE CON CEBADA DEL TIPO SAN CRISTOBAL PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE ANTA

Nombre:

Fecha:

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta 2 muestras de cerveza artesanal. Señale el grado en el que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número que corresponda.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

ATRIBUTO	MUESTRA	
	A	B
Amargor		
Nivel de espuma		
Flavor		

6.2 Anexo 2: Especificaciones del equipo Alcolyzer beer me

	Rango de medición
Alcohol	De 0 a 12% v/v
Extracto original	De 0 a 30 °Plato
Extracto	De 0 a 20% p/p
Densidad	0 a 3 g/cm ³
Color (opcional)	De 0 a 120 EBC (Convención de Cervecería Europea)
Valor de pH (opcional)	0 a 14
Turbidez (opcional)	De 0 a 100 EBC (Convención de Cervecería Europea)
	Repetibilidad (desviación estándar)
Alcohol	0,01% v/v
Extracto original	0,03 °Plato
Extracto	0,01% p/p
Densidad	0,00001 g/cm ³ (DMA 4500 M) / 0,000001 g/cm ³ (DMA 5000 M)
Color (opcional)	0,1 EBC (Convención de Cervecería Europea)
Valor de pH (opcional)	0,02
Turbidez (opcional)	0,02 EBC (Convención de Cervecería Europea)
	Información adicional
Control de temperatura	Termostato Peltier integrado
Cantidad mínima de muestra	30 ml de cerveza desgasificada por medición
Tiempo de medición típico por muestra	4 minutos (incl. llenado)
Dimensiones (largo x ancho x alto)	482 x 730 x 446 mm (19,0 x 28,7 x 17,6 pulgadas)
Peso	Aprox. 35,7 kg (77 libras)
Alimentación eléctrica	CA 100 a 240 V; 50 a 60 Hz; 50 a 80 VA
Interfaces	4 x USB, Ethernet, VGA, CAN, RS-232

6.3 Anexo 3: Constancia de pureza genética de cebada San Cristóbal



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA DE PUREZA GENÉTICA DE SEMILLA DE CEBADA INIA 411 SAN CRISTOBAL

Por medio del presente documento la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco deja constancia expresa que a solicitud del Bch. Zaibatsu Fernández Urbina identificado con DNI 75252464 se hizo la entrega de semilla genética de la cebada variedad INIA 411 San Cristóbal procedente del Programa Nacional de Cereales, granos andinos y leguminosas para la ejecución del trabajo de investigación de tesis titulado **"Revalorización de la cebada de la provincia de Anta para el desarrollo de cerveza artesanal tipo Pale Ale"** en la Facultad de Ingeniería de Procesos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco cuyos resultados contribuirán en la diversificación de usos de la variedad comercial de cebada antes mencionada.

Se emite el presente documento a solicitud del interesado para los trámites pertinentes

Cusco, 07 de agosto del 2023

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ANDENES CUSCO

Mg. B. Jorge Cruzada Jaramba Delgado
DIRECTOR

6.4 Anexo 4: Norma Técnica Peruana 213.014

**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

© INACAL 2016

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

© INACAL 2016 – Todos los derechos son reservados

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 PNTP 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 Adriázen 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 Gortzáles
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

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 213.014
2 de 8

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 maltada es igual o mayor que 55 °P 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 maltada.

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

PARÁMETROS MEDIDOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÉTODO 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	Volúmenes 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

6.5 Anexo 5: Norma Técnica Peruana 213.004

NORMA TÉCNICA	NTP 213.004
PERUANA	2015

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

CERVEZA. Alcohol en cerveza por destilación

BEER. Alcohol in beer by distillation

2015-04-16
2ª Edición

R.0041-2015/CNB-INDECOPI Publicada el 2015-04-29 Precio basado en 14 páginas
I.C.S.: 67.160.10 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Cerveza, alcohol, bebida, bebida alcohólica, destilación

© INDECOPI 2015

© INDECOPI 2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INDECOPI.

INDECOPI

Calle de La Prosa 104, San Borja
Lima - Perú
Tel.: +51 1 224-7777
Fax.: +51 1 224-1715
sacreclamo@indecopi.gob.pe
www.indecopi.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
6. EQUIPOS Y MATERIALES	3
7. REACTIVOS Y SOLUCIONES	4
8. CALIBRACIÓN	4
9. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	4
10. PROCEDIMIENTO	4
11. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS	5
12. PRECISIÓN	6
13. INFORME DE ENSAYO	7
14. ANTECEDENTE	8
ANEXO A	9

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 agosto a noviembre del 2014, utilizando como antecedente al documento que se menciona en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Cerveza, presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias -CNB-, con fecha 2014-12-26, el PNT 213.004:2014, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2015-01-23. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 213.004:2015 CERVEZA. Alcohol en cerveza por destilación**, 2ª Edición, el 29 de abril de 2015.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 213.004:1967 (revisada el 2012) BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Cervezas. Método gravimétrico para determinar el contenido de alcohol en cervezas y a la NTP 213.003:1967 (revisada el 2012) BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Cervezas. Método de arbitraje para determinar el contenido de alcohol en cervezas. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a la terminología empleada propia del idioma español y 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 Cerveza
Presidente	Patricia Valdez - Cámara de Comercio de Lima
Secretario	Nelly Nakamatsu Nakamatsu

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Certificaciones del Perú S.A. - CERPER	Esther Terrones Bazán
Cervecería San Juan S.A.	Walter Proetzel Reelitz
Compañía Cervecera Ambev Perú S.A.C.	Jose Luis Tamayo Escobar Renato Vasquez Armas
NSF INASSA S.A.C.	Sally Tejada Pinto Cecilia Torres Condor
Ministerio de la Producción - Dirección General de Innovación, Transferencia Tecnológica y Servicios Empresariales	Flor Cruzado González
SNI - Comité de Fabricantes de Cerveza	Carlos Matos Rodriguez Luis Carlos Adrianzen Rodriguez
U.C.P. Backus y Johnston S.A.A.	Ricardo Espinosa Garcia Hasbraly Calizaya Pinto

—0000000—

CERVEZA. Alcohol en cerveza por destilación

1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de alcohol en 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.

2.1 Norma Técnica Internacional

2.1.1 ISO 3696:1987 Métodos de especificación y ensayo - Agua para fines analíticos

2.2 Norma Técnica Peruana

2.2.1 NTP 213.014:2014 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Cervezas. Requisitos

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las cervezas (con contenido de alcohol mayor a 0,8 % v/v).

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones de la NTP 213.014 y además las siguientes:

4.1 **matraz volumétrico o aforado:** Es parte del llamado material de vidrio de laboratorio y consiste en un tipo de matraz que se usa como material volumétrico. Se emplea para medir un volumen exacto de líquido en base a la capacidad del propio matraz, que aparece indicada. Tiene un cuello alto y estrecho para aumentar la exactitud, pues un cambio pequeño en el volumen se traduce en otro considerable en la altura del líquido en el cuello del matraz. Se denomina aforado por disponer de una marca de graduación o aforo en torno al cuello para facilitar determinar con precisión cuando el líquido alcanza el volumen indicado.

4.2 **OIML:** Organización Internacional de Metrología Legal.

4.3 **picnómetro:** Es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido ya sea líquido o gas mediante gravimetría a una determinada temperatura. La metodología que estudia los resultados obtenidos mediante este instrumento se denomina Picnometría.

5. PRINCIPIO DEL MÉTODO

5.1 La cerveza se desgasifica y se filtra para evitar la pérdida de contenido de alcohol por evaporación, pero asegurándose de que todo el dióxido de carbono se elimine de manera que no pueda interferir en el análisis.

- 5.2 El alcohol se separa por destilación mediante calentamiento directo.
- 5.3 La gravedad específica a 20 °C/20 °C del destilado alcohólico se determina después de llevar a su peso original con agua.
- 5.4 A partir de este valor, se obtiene el % alcohol (m/m), utilizando la tabla OIML o la fórmula polinómica derivada de ella.
- 5.5 La gravedad específica de la cerveza filtrada se determina con el fin de convertir el alcohol % (m/m) a % (v/v).

6. EQUIPOS Y MATERIALES

- 6.1 Matraz de destilación, de 300 ml a 500 ml .
- 6.2 Trampa de vapor o de arrastre que conecta el matraz de destilación y el condensador vertical. Se recomienda una trampa tipo Kjeldahl esférica o cilíndrica.
- 6.3 Condensador vertical: Tipo Graham, Thoroe, Liebig o Allihn, con chaqueta (camisa) de por lo menos 400 mm de largo. El tubo interior del condensador debe ser tal que pueda alcanzar el fondo del matraz volumétrico. Debe tener un bulbo de seguridad encima del cuello del matraz. El condensador es enfriado utilizando el agua de grifo (11 °C - 13 °C).
- 6.4 Matraz volumétrico de 100 ml .
- 6.5 Balanza de platos capaz de pesar a $\pm 0,01$ g hasta 0,5 kg o equivalente.
- 6.6 Fuente de calor "manta calefactora": tipo malla, quemador de gas o calentador eléctrico, de 2 kw con regulación de energía continua.

7. REACTIVOS Y SOLUCIONES

Utilizar agua de grado 3 como está definido en ISO 3696 .

8. CALIBRACIÓN

Se debe realizar la verificación de los equipos para asegurar su buen funcionamiento.

Los equipos de medición deben estar calibrados y/o certificados por el organismo competente.

9. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

9.1 Retirar el exceso de dióxido de carbono por agitación manual de unos 300 ml a 500 ml de cerveza en un matraz de 1 000 ml con tapón a una temperatura de aproximadamente 20 ° C. Agitar suavemente al principio y después vigorosamente hasta que los gases de la cerveza ya no escapen. Durante la agitación, el matraz se mantiene cerrado.

9.2 Filtrar la cerveza en un segundo matraz a través de un papel filtro seco en un embudo cubierto con un vidrio de reloj. Desechar los 20 primeros ml .

9.3 Repetir el paso de agitación y filtrado hasta asegurarse que la cerveza esté completamente desgasificada cuidando de no perder alcohol.

10. PROCEDIMIENTO

10.1 Pesar 100,0 g ($\pm 0,1$ g) de la cerveza descarbonatada en un matraz de destilación 300 ml a 500 ml previamente pesado y luego añadir aproximadamente 50 ml de agua. Colocar el frasco a una trampa de arrastre seguido de un condensador. Asegurarse de que el extremo de salida del condensador se sumerja en aproximadamente 5 ml de agua en un matraz de 100 ml previamente pesado, rodeado de hielo o hielo y agua en ambientes cálidos. Colocar el matraz de destilación en la fuente de calor y aplicar calor para destilar el alcohol a

una velocidad uniforme. Evitar la carbonización del líquido y las pérdidas de alcohol. Detener la destilación cuando se han recogido 85 ml a 90 ml (entre 30 min - 60 min). Utilizar unos pocos ml de agua para enjuagar cualquier líquido desde el interior del condensador al matraz receptor.

10.2 Llevar el contenido del matraz receptor hasta $100,0 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ con agua. Mezclar el contenido del frasco vigorosamente.

10.3 Medir la gravedad específica de $20 \text{ }^\circ\text{C}/20 \text{ }^\circ\text{C}$ del destilado, SG_{A_2} , con 5 decimales usando un picnómetro o un medidor de densidad.

10.4 Medir la gravedad específica de $20 \text{ }^\circ\text{C}/20 \text{ }^\circ\text{C}$ de la cerveza descarbonatada, SG_{EA_2} , con 5 decimales usando un picnómetro o un medidor de densidad.

11. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

11.1 El alcohol como % (m / m)

11.1.1 Convertir el peso específico del destilado, SG_{A_2} , con el contenido de alcohol correspondiente, A, en % (m / m), de conformidad con la tabla de la OIML (véase el Anexo A) o mediante el uso de la fórmula polinómica:

$$\text{Contenido alcohólico (A) en el destilado} = 517,4 (1 - SG_{A_2}) + 5\,084 (1 - SG_{A_2})^2 + 33\,503 (1 - SG_{A_2})^3$$

Grado alcohólico del destilado = Contenido alcohólico de la cerveza.

11.1.2 Reporte del contenido de alcohol como % (m/ m) con 2 decimales.

11.2 El alcohol como % (v / v)

11.2.1 Convertir el contenido de alcohol, A, como % (m / m) a contenido de alcohol en % (v / v) usando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de Alcohol } [\%(\text{V/V})] = \frac{A\%(\text{m/m}) \times \text{SG}_{\text{EA}}}{0,791}$$

donde:

SG_{EA} = gravedad específica de cerveza descarbonatada (10,4)

0,791 = peso específico del etanol a 20 °C / 20 °C

11.2.2 Reporte el contenido de alcohol en % (v / v) con 2 decimales.

12. PRECISIÓN

Los valores de precisión que se indican a continuación se han determinado a partir de los datos de dos ensayos de colaboración llevados a cabo por el Comité de Análisis del EBC, uno en 1995/1996 para el contenido de alcohol por destilación, refractometría, cromatografía de gases y combustión catalítica en el cual de 18 laboratorios a 20 laboratorios analizaron 12 muestras de cervezas en 6 niveles y el otro en 1996 para extracto original, real y aparente en el que 13 laboratorios analizaron 6 muestras de cerveza a 6 niveles.

12.1 Prueba 1995/1996: alcohol en % (v / v)

Rango	I_{95}	R_{95}
0,84 a 7,27	0062	0,07 + 0,02 m

12.2 Prueba en 1996

12.2.1 Alcohol en % (m / m)

Rango	r_{95} [% (v / v)]	R_{95} [% (v / v)]
1,72 a 7,00	$0,03 + 0,005 m$	$0,03 + 0,02 m$

donde:

m es el valor medio.

12.2.2 Alcohol en % (v / v)

Rango	r_{95}	R_{95}
2,20 a 8,95	$0,04 + 0,004 m$	$0,04 + 0,02$

donde:

m es el valor medio

13. INFORME DE ENSAYO

En el informe de ensayo se debe indicar lo siguiente:

13.1 Fecha de realización del ensayo.

13.2 El número de la muestra y/o cualquier otra indicación que la caracterice.

13.3 Resultado del análisis realizado, el porcentaje de alcohol por peso y por volumen.

- 13.4 Código y título de esta NTP.
- 13.5 Nombre del analista y del laboratorio.
- 13.6 Cualquier desviación del procedimiento o cualquier otra circunstancia que pueda haber influido en la determinación.

La información listada no es excluyente a otros datos que se considere relevante.

14. ANTECEDENTE

- 14.1 Analytica – EBC 9.2.1:2008 Alcohol en cerveza por destilación

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

ANEXO A

TABLA A.1 - Tabla para la conversión de la gravedad específica (SG_A) de destilado al contenido de alcohol (A) en el análisis de la cerveza 20 °C/ 20 °C

SG_A	A	SG_A	A	SG_A	A	SG_A	A
1.00000	0.00	0.99942	0.30	0.99885	0.60	0.99829	0.90
0.99998	0.01	0.99940	0.31	0.99883	0.61	0.99827	0.91
0.99996	0.02	0.99938	0.32	0.99881	0.62	0.99825	0.92
0.99994	0.03	0.99937	0.33	0.99880	0.63	0.99823	0.93
0.99992	0.04	0.99935	0.34	0.99878	0.64	0.99821	0.94
0.99990	0.05	0.99933	0.35	0.99876	0.65	0.99820	0.95
0.99988	0.06	0.99931	0.36	0.99874	0.66	0.99818	0.96
0.99986	0.07	0.99929	0.37	0.99872	0.67	0.99816	0.97
0.99985	0.08	0.99927	0.38	0.99870	0.68	0.99814	0.98
0.99983	0.09	0.99925	0.39	0.99868	0.69	0.99812	0.99
0.99981	0.10	0.99923	0.40	0.99866	0.70	0.99810	1.00
0.99979	0.11	0.99921	0.41	0.99864	0.71	0.99808	1.01
0.99977	0.12	0.99919	0.42	0.99863	0.72	0.99806	1.02
0.99975	0.13	0.99917	0.43	0.99861	0.73	0.99805	1.03
0.99973	0.14	0.99916	0.44	0.99859	0.74	0.99803	1.04
0.99971	0.15	0.99914	0.45	0.99857	0.75	0.99801	1.05
0.99969	0.16	0.99912	0.46	0.99855	0.76	0.99799	1.06
0.99967	0.17	0.99910	0.47	0.99853	0.77	0.99797	1.07
0.99965	0.18	0.99908	0.48	0.99851	0.78	0.99795	1.08
0.99963	0.19	0.99906	0.49	0.99849	0.79	0.99793	1.09
0.99961	0.20	0.99904	0.50	0.99848	0.80	0.99792	1.10
0.99960	0.21	0.99902	0.51	0.99846	0.81	0.99790	1.11
0.99958	0.22	0.99900	0.52	0.99844	0.82	0.99788	1.12
0.99956	0.23	0.99898	0.53	0.99842	0.83	0.99786	1.13
0.99954	0.24	0.99897	0.54	0.99840	0.84	0.99784	1.14
0.99952	0.25	0.99895	0.55	0.99838	0.85	0.99782	1.15
0.99950	0.26	0.99893	0.56	0.99836	0.86	0.99780	1.16
0.99948	0.27	0.99891	0.57	0.99834	0.87	0.99779	1.17
0.99946	0.28	0.99889	0.58	0.99833	0.88	0.99777	1.18
0.99944	0.29	0.99887	0.59	0.99831	0.89	0.99775	1.19

SG _A	A						
0.99773	1.20	0.99700	1.60	0.99627	2.00	0.99556	2.40
0.99771	1.21	0.99698	1.61	0.99626	2.01	0.99554	2.41
0.99769	1.22	0.99696	1.62	0.99624	2.02	0.99552	2.42
0.99768	1.23	0.99694	1.63	0.99622	2.03	0.99551	2.43
0.99766	1.24	0.99692	1.64	0.99620	2.04	0.99549	2.44
0.99764	1.25	0.99691	1.65	0.99618	2.05	0.99547	2.45
0.99762	1.26	0.99689	1.66	0.99617	2.06	0.99545	2.46
0.99760	1.27	0.99687	1.67	0.99615	2.07	0.99544	2.47
0.99758	1.28	0.99685	1.68	0.99613	2.08	0.99542	2.48
0.99756	1.29	0.99683	1.69	0.99611	2.09	0.99540	2.49
0.99755	1.30	0.99682	1.70	0.99609	2.10	0.99538	2.50
0.99753	1.31	0.99680	1.71	0.99608	2.11	0.99537	2.51
0.99751	1.32	0.99678	1.72	0.99606	2.12	0.99535	2.52
0.99749	1.33	0.99676	1.73	0.99604	2.13	0.99533	2.53
0.99747	1.34	0.99674	1.74	0.99602	2.14	0.99531	2.54
0.99745	1.35	0.99672	1.75	0.99600	2.15	0.99530	2.55
0.99744	1.36	0.99671	1.76	0.99599	2.16	0.99528	2.56
0.99742	1.37	0.99669	1.77	0.99597	2.17	0.99526	2.57
0.99740	1.38	0.99667	1.78	0.99595	2.18	0.99524	2.58
0.99738	1.39	0.99665	1.79	0.99593	2.19	0.99522	2.59
0.99736	1.40	0.99663	1.80	0.99592	2.20	0.99521	2.60
0.99734	1.41	0.99662	1.81	0.99590	2.21	0.99519	2.61
0.99733	1.42	0.99660	1.82	0.99588	2.22	0.99517	2.62
0.99731	1.43	0.99658	1.83	0.99586	2.23	0.99515	2.63
0.99729	1.44	0.99656	1.84	0.99584	2.24	0.99514	2.64
0.99727	1.45	0.99654	1.85	0.99583	2.25	0.99512	2.65
0.99725	1.46	0.99653	1.86	0.99581	2.26	0.99510	2.66
0.99723	1.47	0.99651	1.87	0.99579	2.27	0.99508	2.67
0.99722	1.48	0.99649	1.88	0.99577	2.28	0.99507	2.68
0.99720	1.49	0.99647	1.89	0.99576	2.29	0.99505	2.69
0.99718	1.50	0.99645	1.90	0.99574	2.30	0.99503	2.70
0.99716	1.51	0.99644	1.91	0.99572	2.31	0.99501	2.71
0.99714	1.52	0.99642	1.92	0.99570	2.32	0.99500	2.72
0.99712	1.53	0.99640	1.93	0.99568	2.33	0.99498	2.73
0.99711	1.54	0.99638	1.94	0.99567	2.34	0.99496	2.74
0.99709	1.55	0.99636	1.95	0.99565	2.35	0.99494	2.75
0.99707	1.56	0.99635	1.96	0.99563	2.36	0.99493	2.76
0.99705	1.57	0.99633	1.97	0.99561	2.37	0.99491	2.77
0.99703	1.58	0.99631	1.98	0.99560	2.38	0.99489	2.78
0.99702	1.59	0.99629	1.99	0.99558	2.39	0.99487	2.79

SG _A	A						
0.99486	2.80	0.99416	3.20	0.99348	3.60	0.99280	4.00
0.99484	2.81	0.99415	3.21	0.99346	3.61	0.99279	4.01
0.99482	2.82	0.99413	3.22	0.99344	3.62	0.99277	4.02
0.99480	2.83	0.99411	3.23	0.99343	3.63	0.99275	4.03
0.99479	2.84	0.99409	3.24	0.99341	3.64	0.99273	4.04
0.99477	2.85	0.99408	3.25	0.99339	3.65	0.99272	4.05
0.99475	2.86	0.99406	3.26	0.99338	3.66	0.99270	4.06
0.99473	2.87	0.99404	3.27	0.99336	3.67	0.99268	4.07
0.99472	2.88	0.99402	3.28	0.99334	3.68	0.99267	4.08
0.99470	2.89	0.99401	3.29	0.99332	3.69	0.99265	4.09
0.99468	2.90	0.99399	3.30	0.99331	3.70	0.99263	4.10
0.99466	2.91	0.99397	3.31	0.99329	3.71	0.99262	4.11
0.99465	2.92	0.99396	3.32	0.99327	3.72	0.99260	4.12
0.99463	2.93	0.99394	3.33	0.99326	3.73	0.99258	4.13
0.99461	2.94	0.99392	3.34	0.99324	3.74	0.99257	4.14
0.99460	2.95	0.99390	3.35	0.99322	3.75	0.99255	4.15
0.99458	2.96	0.99389	3.36	0.99321	3.76	0.99253	4.16
0.99456	2.97	0.99387	3.37	0.99319	3.77	0.99252	4.17
0.99454	2.98	0.99385	3.38	0.99317	3.78	0.99250	4.18
0.99453	2.99	0.99384	3.39	0.99316	3.79	0.99248	4.19
0.99451	3.00	0.99382	3.40	0.99314	3.80	0.99247	4.20
0.99449	3.01	0.99380	3.41	0.99312	3.81	0.99245	4.21
0.99447	3.02	0.99378	3.42	0.99310	3.82	0.99243	4.22
0.99446	3.03	0.99377	3.43	0.99309	3.83	0.99242	4.23
0.99444	3.04	0.99375	3.44	0.99307	3.84	0.99240	4.24
0.99442	3.05	0.99373	3.45	0.99305	3.85	0.99238	4.25
0.99440	3.06	0.99372	3.46	0.99304	3.86	0.99237	4.26
0.99439	3.07	0.99370	3.47	0.99302	3.87	0.99235	4.27
0.99437	3.08	0.99368	3.48	0.99300	3.88	0.99233	4.28
0.99435	3.09	0.99367	3.49	0.99299	3.89	0.99232	4.29
0.99434	3.10	0.99365	3.50	0.99297	3.90	0.99230	4.30
0.99432	3.11	0.99363	3.51	0.99295	3.91	0.99228	4.31
0.99430	3.12	0.99361	3.52	0.99294	3.92	0.99227	4.32
0.99428	3.13	0.99360	3.53	0.99292	3.93	0.99225	4.33
0.99427	3.14	0.99358	3.54	0.99290	3.94	0.99223	4.34
0.99425	3.15	0.99356	3.55	0.99289	3.95	0.99222	4.35
0.99423	3.16	0.99355	3.56	0.99287	3.96	0.99220	4.36
0.99421	3.17	0.99353	3.57	0.99285	3.97	0.99218	4.37
0.99420	3.18	0.99351	3.58	0.99284	3.98	0.99217	4.38
0.99418	3.19	0.99349	3.59	0.99282	3.99	0.99215	4.39

SG _A	A						
0.99213	4.40	0.99148	4.80	0.99083	5.20	0.99018	5.60
0.99212	4.41	0.99146	4.81	0.99081	5.21	0.99017	5.61
0.99210	4.42	0.99144	4.82	0.99079	5.22	0.99015	5.62
0.99209	4.43	0.99143	4.83	0.99078	5.23	0.99014	5.63
0.99207	4.44	0.99141	4.84	0.99076	5.24	0.99012	5.64
0.99205	4.45	0.99139	4.85	0.99075	5.25	0.99010	5.65
0.99204	4.46	0.99138	4.86	0.99073	5.26	0.99009	5.66
0.99202	4.47	0.99136	4.87	0.99071	5.27	0.99007	5.67
0.99200	4.48	0.99135	4.88	0.99070	5.28	0.99006	5.68
0.99199	4.49	0.99133	4.89	0.99068	5.29	0.99004	5.69
0.99197	4.50	0.99131	4.90	0.99066	5.30	0.99002	5.70
0.99195	4.51	0.99130	4.91	0.99065	5.31	0.99001	5.71
0.99194	4.52	0.99128	4.92	0.99063	5.32	0.98999	5.72
0.99192	4.53	0.99126	4.93	0.99062	5.33	0.98998	5.73
0.99190	4.54	0.99125	4.94	0.99060	5.34	0.98996	5.74
0.99189	4.55	0.99123	4.95	0.99058	5.35	0.98995	5.75
0.99187	4.56	0.99122	4.96	0.99057	5.36	0.98993	5.76
0.99185	4.57	0.99120	4.97	0.99055	5.37	0.98991	5.77
0.99184	4.58	0.99118	4.98	0.99054	5.38	0.98990	5.78
0.99182	4.59	0.99117	4.99	0.99052	5.39	0.98988	5.79
0.99180	4.60	0.99115	5.00	0.99050	5.40	0.98987	5.80
0.99179	4.61	0.99113	5.01	0.99049	5.41	0.98985	5.81
0.99177	4.62	0.99112	5.02	0.99047	5.42	0.98983	5.82
0.99176	4.63	0.99110	5.03	0.99046	5.43	0.98982	5.83
0.99174	4.64	0.99109	5.04	0.99044	5.44	0.98980	5.84
0.99172	4.65	0.99107	5.05	0.99042	5.45	0.98979	5.85
0.99171	4.66	0.99105	5.06	0.99041	5.46	0.98977	5.86
0.99169	4.67	0.99104	5.07	0.99039	5.47	0.98976	5.87
0.99167	4.68	0.99102	5.08	0.99038	5.48	0.98974	5.88
0.99166	4.69	0.99100	5.09	0.99036	5.49	0.98972	5.89
0.99164	4.70	0.99099	5.10	0.99034	5.50	0.98971	5.90
0.99162	4.71	0.99097	5.11	0.99033	5.51	0.98969	5.91
0.99161	4.72	0.99096	5.12	0.99031	5.52	0.98968	5.92
0.99159	4.73	0.99094	5.13	0.99030	5.53	0.98966	5.93
0.99157	4.74	0.99092	5.14	0.99028	5.54	0.98964	5.94
0.99156	4.75	0.99091	5.15	0.99026	5.55	0.98963	5.95
0.99154	4.76	0.99089	5.16	0.99025	5.56	0.98961	5.96
0.99153	4.77	0.99087	5.17	0.99023	5.57	0.98960	5.97
0.99151	4.78	0.99086	5.18	0.99022	5.58	0.98958	5.98
0.99149	4.79	0.99084	5.19	0.99020	5.59	0.98957	5.99

SG _A	A						
0.98955	6.00	0.98892	6.40	0.98830	6.80	0.98769	7.20
0.98953	6.01	0.98891	6.41	0.98829	6.81	0.98768	7.21
0.98952	6.02	0.98889	6.42	0.98827	6.82	0.98766	7.22
0.98950	6.03	0.98888	6.43	0.98826	6.83	0.98765	7.23
0.98949	6.04	0.98886	6.44	0.98824	6.84	0.98763	7.24
0.98947	6.05	0.98885	6.45	0.98823	6.85	0.98762	7.25
0.98946	6.06	0.98883	6.46	0.98821	6.86	0.98760	7.26
0.98944	6.07	0.98881	6.47	0.98820	6.87	0.98759	7.27
0.98942	6.08	0.98880	6.48	0.98818	6.88	0.98757	7.28
0.98941	6.09	0.98878	6.49	0.98817	6.89	0.98756	7.29
0.98939	6.10	0.98877	6.50	0.98815	6.90	0.98754	7.30
0.98938	6.11	0.98875	6.51	0.98814	6.91	0.98753	7.31
0.98936	6.12	0.98874	6.52	0.98812	6.92	0.98751	7.32
0.98935	6.13	0.98872	6.53	0.98810	6.93	0.98750	7.33
0.98933	6.14	0.98871	6.54	0.98809	6.94	0.98748	7.34
0.98931	6.15	0.98869	6.55	0.98807	6.95	0.98747	7.35
0.98930	6.16	0.98867	6.56	0.98806	6.96	0.98745	7.36
0.98928	6.17	0.98866	6.57	0.98804	6.97	0.98744	7.37
0.98927	6.18	0.98864	6.58	0.98803	6.98	0.98742	7.38
0.98925	6.19	0.98863	6.59	0.98801	6.99	0.98740	7.39
0.98924	6.20	0.98861	6.60	0.98800	7.00	0.98739	7.40
0.98922	6.21	0.98860	6.61	0.98798	7.01	0.98737	7.41
0.98920	6.22	0.98858	6.62	0.98797	7.02	0.98736	7.42
0.98919	6.23	0.98857	6.63	0.98795	7.03	0.98734	7.43
0.98917	6.24	0.98855	6.64	0.98794	7.04	0.98733	7.44
0.98916	6.25	0.98854	6.65	0.98792	7.05	0.98731	7.45
0.98914	6.26	0.98852	6.66	0.98791	7.06	0.98730	7.46
0.98913	6.27	0.98850	6.67	0.98789	7.07	0.98728	7.47
0.98911	6.28	0.98849	6.68	0.98788	7.08	0.98727	7.48
0.98909	6.29	0.98847	6.69	0.98786	7.09	0.98725	7.49
0.98908	6.30	0.98846	6.70	0.98785	7.10	0.98724	7.50
0.98906	6.31	0.98844	6.71	0.98783	7.11	0.98722	7.51
0.98905	6.32	0.98843	6.72	0.98781	7.12	0.98721	7.52
0.98903	6.33	0.98841	6.73	0.98780	7.13	0.98719	7.53
0.98902	6.34	0.98840	6.74	0.98778	7.14	0.98718	7.54
0.98900	6.35	0.98838	6.75	0.98777	7.15	0.98716	7.55
0.98899	6.36	0.98837	6.76	0.98775	7.16	0.98715	7.56
0.98897	6.37	0.98835	6.77	0.98774	7.17	0.98713	7.57
0.98895	6.38	0.98834	6.78	0.98772	7.18	0.98712	7.58
0.98894	6.39	0.98832	6.79	0.98771	7.19	0.98710	7.59

SG_A	A	SG_A	A	SG_A	A
0.98709	7.60	0.98664	7.90	0.98619	8.20
0.98707	7.61	0.98662	7.91	0.98618	8.21
0.98706	7.62	0.98661	7.92	0.98616	8.22
0.98704	7.63	0.98659	7.93	0.98615	8.23
0.98703	7.64	0.98658	7.94	0.98614	8.24
0.98701	7.65	0.98657	7.95	0.98612	8.25
0.98700	7.66	0.98655	7.96	0.98611	8.26
0.98698	7.67	0.98654	7.97	0.98609	8.27
0.98697	7.68	0.98652	7.98	0.98608	8.28
0.98695	7.69	0.98651	7.99	0.98606	8.29
0.98694	7.70	0.98649	8.00	0.98605	8.30
0.98692	7.71	0.98648	8.01	0.98603	8.31
0.98691	7.72	0.98646	8.02	0.98602	8.32
0.98689	7.73	0.98645	8.03	0.98600	8.33
0.98688	7.74	0.98643	8.04	0.98599	8.34
0.98686	7.75	0.98642	8.05	0.98597	8.35
0.98685	7.76	0.98640	8.06	0.98596	8.36
0.98683	7.77	0.98639	8.07	0.98594	8.37
0.98682	7.78	0.98637	8.08	0.98593	8.38
0.98680	7.79	0.98636	8.09	0.98591	8.39
0.98679	7.80	0.98634	8.10	0.98590	8.40
0.98677	7.81	0.98633	8.11	0.98589	8.41
0.98676	7.82	0.98631	8.12	0.98587	8.42
0.98674	7.83	0.98630	8.13	0.98586	8.43
0.98673	7.84	0.98628	8.14	0.98584	8.44
0.98671	7.85	0.98627	8.15	0.98583	8.45
0.98670	7.86	0.98625	8.16	0.98581	8.46
0.98668	7.87	0.98624	8.17	0.98580	8.47
0.98667	7.88	0.98622	8.18	0.98578	8.48
0.98665	7.89	0.98621	8.19	0.98577	8.49

6.6 Anexo 6: Norma Técnica Peruana 213.037

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 213.037 2015
----------------------------------	-----------------------------

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

Lima, Perú

CERVEZA. Método para determinar el extracto original, real y aparente en cervezas

BEER. Determination method of original, real and apparent extract in beers

2015-10-05
2ª Edición

R.N°001-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-11-20

Precio basado en 26 páginas

L.C.S.: 67.160.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Cerveza, extracto original, extracto real, extracto aparente, extracto

© INACAL 2015

© INACAL 2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. PRINCIPIO DEL MÉTODO	3
6. EQUIPOS Y MATERIALES	4
7. REACTIVOS	4
8. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	4
9. PROCEDIMIENTO	5
10. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS	6
11. PRECISIÓN	7
12. INFORME DEL ENSAYO	8
13. ANTECEDENTES	9
ANEXOS	
ANEXO A	10
ANEXO B	26

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 el mes de junio 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 2015-07-09, el PNTP 213.037:2015, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2015-07-22. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 213.037:2015 CERVEZA. Método para determinar el extracto original, real y aparente en cervezas**, 2º Edición, el 20 de noviembre de 2015.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a las Normas Técnicas Peruanas que se mencionan en el Anexo B. 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 Industria - Comité de Fabricantes de Cerveza
Presidente	Patricia Valdez - Cámara de Comercio de Lima
Secretario	Nelly Nakamatsu Nakamatsu

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Ambev Perú S.A.C.	Walter Acosta Sierra
Certificaciones del Perú S.A. - CERPER	Gloria Reyes Robles Esther Terrones Bazán
Cervecería San Juan S.A.	Walter Proetzel Reelitz
Consultor	Oswaldo Llenque
NSF INASSA S.A.C.	Cecilia Torres Córdor
Ministerio de la Producción - Dirección General de Innovación, Transferencia Tecnológica y Servicios Empresariales	Flor Cruzado González
SNI – Comité de Fabricantes de Cerveza	Carlos Matos Rodríguez Luis Carlos Adrianzén
U.C.P. Backus y Johnston S.A.A.	Hasbraly Calizaya Pinto

---0000000---

CERVEZA. Método para determinar el extracto original, real y aparente en cervezas

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana tiene por objeto establecer el método para determinar extracto original, real y aparente en cervezas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

2.1 Norma Técnica Internacional

2.1.1 ISO 3696:1987 Métodos de especificación y ensayo - Agua para fines analíticos

2.2 Normas Técnicas Peruanas

2.2.1 NTP 213.014:2014 CERVEZA. Requisitos

2.2.2 NTP 213.002:2015 CERVEZA. Método para determinar la densidad relativa

2.3 Norma Técnica de Asociación

2.3.1 Analytica EBC¹ 9.2.5:2004 Corrección para acidez volátil

¹ EBC: *European Brewery Convention*.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las cervezas para el cálculo del extracto original, real y aparente y densidad inicial de cerveza a partir de determinaciones de gravedad específica obtenido en la cerveza, en el destilado alcohólico y del residuo de la cerveza después de la destilación.

El método se aplica a las cervezas pálidas hasta oscuras, pero no a cervezas libres de alcohol o con bajo contenido de alcohol.

Se realizará una corrección para cervezas ácidas debido al error por la presencia de ácidos volátiles en el destilado alcohólico. Si el ácido está presente como parte del carácter del producto a continuación, se debe hacer la corrección de acuerdo con el método de De Clerck (véase el apartado 3.4). Si se ha producido contaminación microbiológica de la cerveza (por ejemplo, en una muestra de cerveza devuelta por el cliente) y el ácido está presente como resultado de la conversión del alcohol de la cerveza al ácido por el deterioro por organismos de la cerveza, la corrección debe hacerse de acuerdo con el método EBC 9.2.5.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones contenidas en la NTP 213.014 además de las siguientes:

4.1 **extracto aparente:** Es el extracto o sólidos soluble que contiene la cerveza y que corresponde a la gravedad específica de la cerveza sin desalcoholizar. Se llama aparente, puesto que el alcohol presente influye sobre la gravedad específica disminuyéndola, lo cual hace que el valor del extracto que resulta sea inferior al que realmente tiene la cerveza.

4.2 **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).

4.3 **extracto real:** Es el extracto o sólido que permanece en la cerveza después de eliminar el alcohol por destilación. Se calcula mediante la gravedad específica final del residuo del destilado de la cerveza convertida a grados plato.

4.4 **grado plato:** Es la cantidad en gramos de extracto seco del mosto, contenido en 100 g de la bebida de malta. Un grado plato representa el 1 % de extracto fermentables y no fermentables.

5. PRINCIPIO DEL MÉTODO

5.1 Determinar la gravedad específica 20 °C/20 °C de la cerveza.

5.2 La cerveza es destilada mediante calentamiento directo.

5.3 La gravedad específica a 20 °C/20 °C del destilado alcohólico y del residuo de destilación se determinan después de llevarlos a su peso original con agua.

5.4 El porcentaje de extracto real (m/m) de la cerveza es calculado en base a la gravedad específica del residuo del destilado.

5.5 El porcentaje del extracto aparente (m/m) de la cerveza es calculado a partir de la gravedad específica de la cerveza.

5.6 El extracto original (% Plato) y la densidad inicial (°Sacch) son calculados a partir de la gravedad específica del residuo del destilado y la gravedad específica de la cerveza destilada.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

- 6.1 Matraz de destilación, de 300 mL a 500 mL .
- 6.2 Trampa de vapor o de arrastre que conecta el matraz de destilación y el condensador vertical. Se recomienda una trampa tipo Kjeldahl esférica o cilíndrica.
- 6.3 Condensador vertical: Tipo Graham, Thoroe, Liebig o Allihn, con chaqueta (camisa) de por lo menos 400 mm de largo. El tubo interior del condensador debe ser tal que pueda alcanzar el fondo del matraz volumétrico. Debe tener un bulbo de seguridad encima del cuello del matraz. El condensador es enfriado utilizando el agua de grifo. (11 °C - 13 °C).
- 6.4 Matraz volumétrico de 100 mL .
- 6.5 Balanza de platos capaz de pesar a $\pm 0,01$ g hasta 0,5 kg o equivalente.
- 6.6 Fuente de calor "manta calefactora": tipo malla, quemador de gas o calentador eléctrico, de 2 kw con regulación de energía continua.

7. REACTIVOS

Utilizar agua de grado 3 como está definido en ISO 3696 .

8. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- 8.1 Retirar el exceso de dióxido de carbono por agitación a manual de unos 300 mL a 500 mL de cerveza en un matraz de 1 000 mL con tapón a una temperatura de 20 °C aproximadamente. Agitar suavemente al principio y después vigorosamente hasta que los gases de la cerveza ya no escapen. Durante la agitación, el matraz se mantiene cerrado.

8.2 Filtrar la cerveza en un segundo matraz a través de un papel filtro seco en un embudo cubierto con un vidrio de reloj. Desechar los 20 primeros mL.

8.3 Repetir el paso de agitación y filtrado hasta asegurarse que la cerveza esté completamente desgasificada cuidando de no perder alcohol.

9. PROCEDIMIENTO

9.1 Pesar 100,0 g ($\pm 0,1$ g) de la cerveza descarbonatada en un matraz de destilación de 300 mL a 500 mL previamente pesado y luego añadir aproximadamente 50 mL de agua. Colocar el frasco a una trampa de arrastre seguido de un condensador. Asegurarse de que el extremo de salida del condensador se sumerja en aproximadamente 5 mL de agua en un matraz de 100 mL previamente pesado, rodeado de hielo o hielo y agua en ambientes cálidos. Colocar el matraz de destilación en la fuente de calor y aplicar calor para destilar el alcohol a una velocidad uniforme. Evitar la carbonización del líquido y las pérdidas de alcohol. Detener la destilación cuando se han recogido 85 mL a 90 mL (entre 30 min - 60 min). Utilizar unos pocos mL de agua para enjuagar cualquier líquido desde el interior del condensador al matraz receptor.

9.2 Llevar el contenido del matraz receptor hasta 100,0 g $\pm 0,1$ g con agua. Mezclar el contenido del frasco vigorosamente.

9.3 Medir la gravedad específica 20 °C/20 °C del destilado, SG_A , con 5 decimales usando un picnómetro o un medidor de densidad. (Véase la NTP 213.002).

9.4 Medir la gravedad específica de 20 °C /20 °C de la cerveza descarbonatada, SG_{EA} , con 5 decimales usando un picnómetro o un medidor de densidad. (Véase la NTP 213.002).

9.5 Enfriar el residuo en el matraz de 500 mL a 20 °C . Llevar el contenido del matraz hasta 100,0 g $\pm 0,1$ g y mezclarlo vigorosamente. Medir la gravedad específica 20 °C / 20 °C del residual no destilado, SG_{ER} con 5 decimales usando un picnómetro o un medidor de densidad. (Véase la NTP 213.002).

10. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS**10.1 Extracto real**

10.1.1 Convertir la gravedad específica del residuo, SG_{ER} (véase el apartado 9.5) con el contenido de extracto real correspondiente E_R como % Plato, de conformidad con la Tabla A.1 del Anexo A o mediante el uso de la fórmula polinómica:

$$E_R(\%Plato) = -460,234 + 662,649SG_{ER} - 202,414SG_{ER}^2$$

10.1.2 Reportar el resultado con 2 decimales.

10.2 Extracto aparente

10.2.1 Convertir la gravedad específica de la SG_{EA} de la cerveza filtrada (véase desde el apartado 9.1 al 9.4) al extracto aparente correspondiente, EA como % Plato, de conformidad con la Tabla A.1 o utilizando la fórmula polinómica:

$$EA(\%Plato) = -460,234 + 662,649SG_{EA} - 202,414SG_{EA}^2$$

10.2.2 Reportar el resultado con 2 decimales.

10.3 Alcohol como % (m/m)

10.3.1 Convertir la gravedad específica del destilado, SG_A , con el contenido de alcohol correspondiente, A, en % (m / m), de conformidad con la Tabla 2 (véase la Tabla A.2) o mediante el uso de la fórmula polinómica:

$$\text{contenido alcohólico (A) en el destilado} = 517,4(1 - SG_A) + 5084(1 + SG_A)^2 + 33503(1 - SG_A)^3$$

$$\text{contenido alcohólico del destilado} = \text{Contenido alcohólico de la cerveza}$$

10.3.2 Reportar del contenido de alcohol en % (m / m) con 2 decimales.

10.4 Extracto original

10.4.1 Calcular el extracto original de la cerveza (% Plato) utilizando la siguiente formula:

$$p(\%Plato) = \frac{(2,0665 \times A) + E_R}{100 + (1,0665 \times A)} \times 100$$

donde:

- E_R = extracto real de la cerveza en % Plato
 A = contenido de alcohol en cerveza en % (m/m)
 p = extracto de mosto original en % Plato

10.4.2 Reportar el resultado con dos decimales.

11. PRECISIÓN

11.1 Los valores de precisión para el extracto real, original y aparente (% Plato) se han determinado a partir de los datos de ensayos de colaboración llevados a cabo por el Comité de Análisis del EBC en 1996 en el cual de 13 laboratorios analizaron muestras de cervezas en 6 niveles.

11.1.1 Extracto real, % Plato

Rango (% Plato)	r_{95} (% Plato)	R_{95} (% Plato)
2,9 para 6,0	0,02	0,02 m

donde m es el valor medio.

11.1.2 Extracto original, % Plato

Rango (% Plato)	r_{95} (% Plato)	R_{95} (% Plato)
7 para 12	0,07	0,19
19	0,15	0,38

11.1.3 Extracto aparente, % Plato

Rango (% Plato)	r_{95} (% Plato)	R_{95} (% Plato)
1,5 para 3,0	0,018	0,080

12. INFORME DEL ENSAYO

12.1 En el informe del ensayo se indica:

- El número de la muestra y/o cualquier otra indicación que la caracterice.
- El porcentaje de alcohol por peso y por volumen con 2 decimales.
- Identificación del lote.
- Referencia a esta NTP.
- Fecha de ensayo.
- Condiciones ambientales de laboratorio.
- Resultado de ensayo.
- Cualquier otra observación apreciada durante la realización del ensayo.

13. ANTECEDENTES

13.1	Analítica – EBC ² 9.4:2004	Extracto original, real, aparente y gravedad original en cerveza
13.2	Analítica – EBC 9.2.1:2008	Alcohol en cerveza por destilación
13.3	NTP 213.005:1967 (revisada el 2012)	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Cervezas. Método de arbitraje para determinar el extracto real en cervezas
13.4	NTP 213.020:1970 (revisada el 2012)	CERVEZAS. Determinación del extracto aparente
13.5	NTP 213.021:1970 (revisada el 2012)	CERVEZAS. Método para determinar por cálculo el extracto de mosto original

² EBC: *European Brewery Convention*.

ANEXO A

TABLA A.1 - Tabla para la conversión de la gravedad específica (SG_A) de destilado al contenido de alcohol (A) en el análisis de la cerveza 20 °C/ 20 °C

SG_A	A	SG_A	A	SG_A	A	SG_A	A
1.00000	0.00	0.99942	0.30	0.99885	0.60	0.99829	0.90
0.99998	0.01	0.99940	0.31	0.99883	0.61	0.99827	0.91
0.99996	0.02	0.99938	0.32	0.99881	0.62	0.99825	0.92
0.99994	0.03	0.99937	0.33	0.99880	0.63	0.99823	0.93
0.99992	0.04	0.99935	0.34	0.99878	0.64	0.99821	0.94
0.99990	0.05	0.99933	0.35	0.99876	0.65	0.99820	0.95
0.99988	0.06	0.99931	0.36	0.99874	0.66	0.99818	0.96
0.99986	0.07	0.99929	0.37	0.99872	0.67	0.99816	0.97
0.99985	0.08	0.99927	0.38	0.99870	0.68	0.99814	0.98
0.99983	0.09	0.99925	0.39	0.99868	0.69	0.99812	0.99
0.99981	0.10	0.99923	0.40	0.99866	0.70	0.99810	1.00
0.99979	0.11	0.99921	0.41	0.99864	0.71	0.99808	1.01
0.99977	0.12	0.99919	0.42	0.99863	0.72	0.99806	1.02
0.99975	0.13	0.99917	0.43	0.99861	0.73	0.99805	1.03
0.99973	0.14	0.99916	0.44	0.99859	0.74	0.99803	1.04
0.99971	0.15	0.99914	0.45	0.99857	0.75	0.99801	1.05
0.99969	0.16	0.99912	0.46	0.99855	0.76	0.99799	1.06
0.99967	0.17	0.99910	0.47	0.99853	0.77	0.99797	1.07
0.99965	0.18	0.99908	0.48	0.99851	0.78	0.99795	1.08
0.99963	0.19	0.99906	0.49	0.99849	0.79	0.99793	1.09
0.99961	0.20	0.99904	0.50	0.99848	0.80	0.99792	1.10
0.99960	0.21	0.99902	0.51	0.99846	0.81	0.99790	1.11
0.99958	0.22	0.99900	0.52	0.99844	0.82	0.99788	1.12
0.99956	0.23	0.99898	0.53	0.99842	0.83	0.99786	1.13
0.99954	0.24	0.99897	0.54	0.99840	0.84	0.99784	1.14
0.99952	0.25	0.99895	0.55	0.99838	0.85	0.99782	1.15
0.99950	0.26	0.99893	0.56	0.99836	0.86	0.99780	1.16
0.99948	0.27	0.99891	0.57	0.99834	0.87	0.99779	1.17
0.99946	0.28	0.99889	0.58	0.99833	0.88	0.99777	1.18
0.99944	0.29	0.99887	0.59	0.99831	0.89	0.99775	1.19

SG _A	A						
0.99773	1.20	0.99700	1.60	0.99627	2.00	0.99556	2.40
0.99771	1.21	0.99698	1.61	0.99626	2.01	0.99554	2.41
0.99769	1.22	0.99696	1.62	0.99624	2.02	0.99552	2.42
0.99768	1.23	0.99694	1.63	0.99622	2.03	0.99551	2.43
0.99766	1.24	0.99692	1.64	0.99620	2.04	0.99549	2.44
0.99764	1.25	0.99691	1.65	0.99618	2.05	0.99547	2.45
0.99762	1.26	0.99689	1.66	0.99617	2.06	0.99545	2.46
0.99760	1.27	0.99687	1.67	0.99615	2.07	0.99544	2.47
0.99758	1.28	0.99685	1.68	0.99613	2.08	0.99542	2.48
0.99756	1.29	0.99683	1.69	0.99611	2.09	0.99540	2.49
0.99755	1.30	0.99682	1.70	0.99609	2.10	0.99538	2.50
0.99753	1.31	0.99680	1.71	0.99608	2.11	0.99537	2.51
0.99751	1.32	0.99678	1.72	0.99606	2.12	0.99535	2.52
0.99749	1.33	0.99676	1.73	0.99604	2.13	0.99533	2.53
0.99747	1.34	0.99674	1.74	0.99602	2.14	0.99531	2.54
0.99745	1.35	0.99672	1.75	0.99600	2.15	0.99530	2.55
0.99744	1.36	0.99671	1.76	0.99599	2.16	0.99528	2.56
0.99742	1.37	0.99669	1.77	0.99597	2.17	0.99526	2.57
0.99740	1.38	0.99667	1.78	0.99595	2.18	0.99524	2.58
0.99738	1.39	0.99665	1.79	0.99593	2.19	0.99522	2.59
0.99736	1.40	0.99663	1.80	0.99592	2.20	0.99521	2.60
0.99734	1.41	0.99662	1.81	0.99590	2.21	0.99519	2.61
0.99733	1.42	0.99660	1.82	0.99588	2.22	0.99517	2.62
0.99731	1.43	0.99658	1.83	0.99586	2.23	0.99515	2.63
0.99729	1.44	0.99656	1.84	0.99584	2.24	0.99514	2.64
0.99727	1.45	0.99654	1.85	0.99583	2.25	0.99512	2.65
0.99725	1.46	0.99653	1.86	0.99581	2.26	0.99510	2.66
0.99723	1.47	0.99651	1.87	0.99579	2.27	0.99508	2.67
0.99722	1.48	0.99649	1.88	0.99577	2.28	0.99507	2.68
0.99720	1.49	0.99647	1.89	0.99576	2.29	0.99505	2.69
0.99718	1.50	0.99645	1.90	0.99574	2.30	0.99503	2.70
0.99716	1.51	0.99644	1.91	0.99572	2.31	0.99501	2.71
0.99714	1.52	0.99642	1.92	0.99570	2.32	0.99500	2.72
0.99712	1.53	0.99640	1.93	0.99568	2.33	0.99498	2.73
0.99711	1.54	0.99638	1.94	0.99567	2.34	0.99496	2.74
0.99709	1.55	0.99636	1.95	0.99565	2.35	0.99494	2.75
0.99707	1.56	0.99635	1.96	0.99563	2.36	0.99493	2.76
0.99705	1.57	0.99633	1.97	0.99561	2.37	0.99491	2.77
0.99703	1.58	0.99631	1.98	0.99560	2.38	0.99489	2.78
0.99702	1.59	0.99629	1.99	0.99558	2.39	0.99487	2.79

SG _A	A						
0.99486	2.80	0.99416	3.20	0.99348	3.60	0.99280	4.00
0.99484	2.81	0.99415	3.21	0.99346	3.61	0.99279	4.01
0.99482	2.82	0.99413	3.22	0.99344	3.62	0.99277	4.02
0.99480	2.83	0.99411	3.23	0.99343	3.63	0.99275	4.03
0.99479	2.84	0.99409	3.24	0.99341	3.64	0.99273	4.04
0.99477	2.85	0.99408	3.25	0.99339	3.65	0.99272	4.05
0.99475	2.86	0.99406	3.26	0.99338	3.66	0.99270	4.06
0.99473	2.87	0.99404	3.27	0.99336	3.67	0.99268	4.07
0.99472	2.88	0.99402	3.28	0.99334	3.68	0.99267	4.08
0.99470	2.89	0.99401	3.29	0.99332	3.69	0.99265	4.09
0.99468	2.90	0.99399	3.30	0.99331	3.70	0.99263	4.10
0.99466	2.91	0.99397	3.31	0.99329	3.71	0.99262	4.11
0.99465	2.92	0.99396	3.32	0.99327	3.72	0.99260	4.12
0.99463	2.93	0.99394	3.33	0.99326	3.73	0.99258	4.13
0.99461	2.94	0.99392	3.34	0.99324	3.74	0.99257	4.14
0.99460	2.95	0.99390	3.35	0.99322	3.75	0.99255	4.15
0.99458	2.96	0.99389	3.36	0.99321	3.76	0.99253	4.16
0.99456	2.97	0.99387	3.37	0.99319	3.77	0.99252	4.17
0.99454	2.98	0.99385	3.38	0.99317	3.78	0.99250	4.18
0.99453	2.99	0.99384	3.39	0.99316	3.79	0.99248	4.19
0.99451	3.00	0.99382	3.40	0.99314	3.80	0.99247	4.20
0.99449	3.01	0.99380	3.41	0.99312	3.81	0.99245	4.21
0.99447	3.02	0.99378	3.42	0.99310	3.82	0.99243	4.22
0.99446	3.03	0.99377	3.43	0.99309	3.83	0.99242	4.23
0.99444	3.04	0.99375	3.44	0.99307	3.84	0.99240	4.24
0.99442	3.05	0.99373	3.45	0.99305	3.85	0.99238	4.25
0.99440	3.06	0.99372	3.46	0.99304	3.86	0.99237	4.26
0.99439	3.07	0.99370	3.47	0.99302	3.87	0.99235	4.27
0.99437	3.08	0.99368	3.48	0.99300	3.88	0.99233	4.28
0.99435	3.09	0.99367	3.49	0.99299	3.89	0.99232	4.29
0.99434	3.10	0.99365	3.50	0.99297	3.90	0.99230	4.30
0.99432	3.11	0.99363	3.51	0.99295	3.91	0.99228	4.31
0.99430	3.12	0.99361	3.52	0.99294	3.92	0.99227	4.32
0.99428	3.13	0.99360	3.53	0.99292	3.93	0.99225	4.33
0.99427	3.14	0.99358	3.54	0.99290	3.94	0.99223	4.34
0.99425	3.15	0.99356	3.55	0.99289	3.95	0.99222	4.35
0.99423	3.16	0.99355	3.56	0.99287	3.96	0.99220	4.36
0.99421	3.17	0.99353	3.57	0.99285	3.97	0.99218	4.37
0.99420	3.18	0.99351	3.58	0.99284	3.98	0.99217	4.38
0.99418	3.19	0.99349	3.59	0.99282	3.99	0.99215	4.39

SG _A	A						
0.99213	4.40	0.99148	4.80	0.99083	5.20	0.99018	5.60
0.99212	4.41	0.99146	4.81	0.99081	5.21	0.99017	5.61
0.99210	4.42	0.99144	4.82	0.99079	5.22	0.99015	5.62
0.99209	4.43	0.99143	4.83	0.99078	5.23	0.99014	5.63
0.99207	4.44	0.99141	4.84	0.99076	5.24	0.99012	5.64
0.99205	4.45	0.99139	4.85	0.99075	5.25	0.99010	5.65
0.99204	4.46	0.99138	4.86	0.99073	5.26	0.99009	5.66
0.99202	4.47	0.99136	4.87	0.99071	5.27	0.99007	5.67
0.99200	4.48	0.99135	4.88	0.99070	5.28	0.99006	5.68
0.99199	4.49	0.99133	4.89	0.99068	5.29	0.99004	5.69
0.99197	4.50	0.99131	4.90	0.99066	5.30	0.99002	5.70
0.99195	4.51	0.99130	4.91	0.99065	5.31	0.99001	5.71
0.99194	4.52	0.99128	4.92	0.99063	5.32	0.98999	5.72
0.99192	4.53	0.99126	4.93	0.99062	5.33	0.98998	5.73
0.99190	4.54	0.99125	4.94	0.99060	5.34	0.98996	5.74
0.99189	4.55	0.99123	4.95	0.99058	5.35	0.98995	5.75
0.99187	4.56	0.99122	4.96	0.99057	5.36	0.98993	5.76
0.99185	4.57	0.99120	4.97	0.99055	5.37	0.98991	5.77
0.99184	4.58	0.99118	4.98	0.99054	5.38	0.98990	5.78
0.99182	4.59	0.99117	4.99	0.99052	5.39	0.98988	5.79
0.99180	4.60	0.99115	5.00	0.99050	5.40	0.98987	5.80
0.99179	4.61	0.99113	5.01	0.99049	5.41	0.98985	5.81
0.99177	4.62	0.99112	5.02	0.99047	5.42	0.98983	5.82
0.99176	4.63	0.99110	5.03	0.99046	5.43	0.98982	5.83
0.99174	4.64	0.99109	5.04	0.99044	5.44	0.98980	5.84
0.99172	4.65	0.99107	5.05	0.99042	5.45	0.98979	5.85
0.99171	4.66	0.99105	5.06	0.99041	5.46	0.98977	5.86
0.99169	4.67	0.99104	5.07	0.99039	5.47	0.98976	5.87
0.99167	4.68	0.99102	5.08	0.99038	5.48	0.98974	5.88
0.99166	4.69	0.99100	5.09	0.99036	5.49	0.98972	5.89
0.99164	4.70	0.99099	5.10	0.99034	5.50	0.98971	5.90
0.99162	4.71	0.99097	5.11	0.99033	5.51	0.98969	5.91
0.99161	4.72	0.99096	5.12	0.99031	5.52	0.98968	5.92
0.99159	4.73	0.99094	5.13	0.99030	5.53	0.98966	5.93
0.99157	4.74	0.99092	5.14	0.99028	5.54	0.98964	5.94
0.99156	4.75	0.99091	5.15	0.99026	5.55	0.98963	5.95
0.99154	4.76	0.99089	5.16	0.99025	5.56	0.98961	5.96
0.99153	4.77	0.99087	5.17	0.99023	5.57	0.98960	5.97
0.99151	4.78	0.99086	5.18	0.99022	5.58	0.98958	5.98
0.99149	4.79	0.99084	5.19	0.99020	5.59	0.98957	5.99

SG _A	A						
0.98955	6.00	0.98892	6.40	0.98830	6.80	0.98769	7.20
0.98953	6.01	0.98891	6.41	0.98829	6.81	0.98768	7.21
0.98952	6.02	0.98889	6.42	0.98827	6.82	0.98766	7.22
0.98950	6.03	0.98888	6.43	0.98826	6.83	0.98765	7.23
0.98949	6.04	0.98886	6.44	0.98824	6.84	0.98763	7.24
0.98947	6.05	0.98885	6.45	0.98823	6.85	0.98762	7.25
0.98946	6.06	0.98883	6.46	0.98821	6.86	0.98760	7.26
0.98944	6.07	0.98881	6.47	0.98820	6.87	0.98759	7.27
0.98942	6.08	0.98880	6.48	0.98818	6.88	0.98757	7.28
0.98941	6.09	0.98878	6.49	0.98817	6.89	0.98756	7.29
0.98939	6.10	0.98877	6.50	0.98815	6.90	0.98754	7.30
0.98938	6.11	0.98875	6.51	0.98814	6.91	0.98753	7.31
0.98936	6.12	0.98874	6.52	0.98812	6.92	0.98751	7.32
0.98935	6.13	0.98872	6.53	0.98810	6.93	0.98750	7.33
0.98933	6.14	0.98871	6.54	0.98809	6.94	0.98748	7.34
0.98931	6.15	0.98869	6.55	0.98807	6.95	0.98747	7.35
0.98930	6.16	0.98867	6.56	0.98806	6.96	0.98745	7.36
0.98928	6.17	0.98866	6.57	0.98804	6.97	0.98744	7.37
0.98927	6.18	0.98864	6.58	0.98803	6.98	0.98742	7.38
0.98925	6.19	0.98863	6.59	0.98801	6.99	0.98740	7.39
0.98924	6.20	0.98861	6.60	0.98800	7.00	0.98739	7.40
0.98922	6.21	0.98860	6.61	0.98798	7.01	0.98737	7.41
0.98920	6.22	0.98858	6.62	0.98797	7.02	0.98736	7.42
0.98919	6.23	0.98857	6.63	0.98795	7.03	0.98734	7.43
0.98917	6.24	0.98855	6.64	0.98794	7.04	0.98733	7.44
0.98916	6.25	0.98854	6.65	0.98792	7.05	0.98731	7.45
0.98914	6.26	0.98852	6.66	0.98791	7.06	0.98730	7.46
0.98913	6.27	0.98850	6.67	0.98789	7.07	0.98728	7.47
0.98911	6.28	0.98849	6.68	0.98788	7.08	0.98727	7.48
0.98909	6.29	0.98847	6.69	0.98786	7.09	0.98725	7.49
0.98908	6.30	0.98846	6.70	0.98785	7.10	0.98724	7.50
0.98906	6.31	0.98844	6.71	0.98783	7.11	0.98722	7.51
0.98905	6.32	0.98843	6.72	0.98781	7.12	0.98721	7.52
0.98903	6.33	0.98841	6.73	0.98780	7.13	0.98719	7.53
0.98902	6.34	0.98840	6.74	0.98778	7.14	0.98718	7.54
0.98900	6.35	0.98838	6.75	0.98777	7.15	0.98716	7.55
0.98899	6.36	0.98837	6.76	0.98775	7.16	0.98715	7.56
0.98897	6.37	0.98835	6.77	0.98774	7.17	0.98713	7.57
0.98895	6.38	0.98834	6.78	0.98772	7.18	0.98712	7.58
0.98894	6.39	0.98832	6.79	0.98771	7.19	0.98710	7.59

SGA	A	SGA	A	SGA	A
0.98709	7.60	0.98664	7.90	0.98619	8.20
0.98707	7.61	0.98662	7.91	0.98618	8.21
0.98706	7.62	0.98661	7.92	0.98616	8.22
0.98704	7.63	0.98659	7.93	0.98615	8.23
0.98703	7.64	0.98658	7.94	0.98614	8.24
0.98701	7.65	0.98657	7.95	0.98612	8.25
0.98700	7.66	0.98655	7.96	0.98611	8.26
0.98698	7.67	0.98654	7.97	0.98609	8.27
0.98697	7.68	0.98652	7.98	0.98608	8.28
0.98695	7.69	0.98651	7.99	0.98606	8.29
0.98694	7.70	0.98649	8.00	0.98605	8.30
0.98692	7.71	0.98648	8.01	0.98603	8.31
0.98691	7.72	0.98646	8.02	0.98602	8.32
0.98689	7.73	0.98645	8.03	0.98600	8.33
0.98688	7.74	0.98643	8.04	0.98599	8.34
0.98686	7.75	0.98642	8.05	0.98597	8.35
0.98685	7.76	0.98640	8.06	0.98596	8.36
0.98683	7.77	0.98639	8.07	0.98594	8.37
0.98682	7.78	0.98637	8.08	0.98593	8.38
0.98680	7.79	0.98636	8.09	0.98591	8.39
0.98679	7.80	0.98634	8.10	0.98590	8.40
0.98677	7.81	0.98633	8.11	0.98589	8.41
0.98676	7.82	0.98631	8.12	0.98587	8.42
0.98674	7.83	0.98630	8.13	0.98586	8.43
0.98673	7.84	0.98628	8.14	0.98584	8.44
0.98671	7.85	0.98627	8.15	0.98583	8.45
0.98670	7.86	0.98625	8.16	0.98581	8.46
0.98668	7.87	0.98624	8.17	0.98580	8.47
0.98667	7.88	0.98622	8.18	0.98578	8.48
0.98665	7.89	0.98621	8.19	0.98577	8.49

TABLA A.2

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,00000	0,000	1,00200	0,514	1,00400	1,026	1,00600	1,539
05	0,013	05	0,527	05	1,039	05	1,552
10	0,026	10	0,540	10	1,052	10	1,565
15	0,039	15	0,552	15	1,065	15	1,578
20	0,052	20	0,565	20	1,078	20	1,590
25	0,064	25	0,578	25	1,090	25	1,603
30	0,077	30	0,591	30	1,103	30	1,616
35	0,090	35	0,604	35	1,116	35	1,629
40	0,103	40	0,616	40	1,129	40	1,641
45	0,116	45	0,629	45	1,142	45	1,654
1,00050	0,129	1,00250	0,642	1,00450	1,155	1,00650	1,667
55	0,141	55	0,655	55	1,168	55	1,680
60	0,154	60	0,668	60	1,180	60	1,693
65	0,167	65	0,680	65	1,193	65	1,705
70	0,180	70	0,693	70	1,206	70	1,718
75	0,193	75	0,706	75	1,219	75	1,731
80	0,206	80	0,719	80	1,232	80	1,744
85	0,219	85	0,732	85	1,244	85	1,757
90	0,231	90	0,745	90	1,257	90	1,769
95	0,244	95	0,757	95	1,270	95	1,782
1,00100	0,257	1,00300	0,770	1,00500	1,283	1,00700	1,795
05	0,270	05	0,783	05	1,296	05	1,807
10	0,283	10	0,796	10	1,308	10	1,820
15	0,296	15	0,808	15	1,321	15	1,833
20	0,309	20	0,821	20	1,334	20	1,846
25	0,321	25	0,834	25	1,347	25	1,859
30	0,334	30	0,847	30	1,360	30	1,872
35	0,347	35	0,859	35	1,372	35	1,884
40	0,360	40	0,872	40	1,385	40	1,897
45	0,373	45	0,885	45	1,398	45	1,910
1,00150	0,386	1,00350	0,898	1,00550	1,411	1,00750	1,923
55	0,398	55	0,911	55	1,424	55	1,935
60	0,411	60	0,924	60	1,437	60	1,948
65	0,424	65	0,937	65	1,450	65	1,961
70	0,437	70	0,949	70	1,462	70	1,973
75	0,450	75	0,962	75	1,475	75	1,986
80	0,463	80	0,975	80	1,488	80	1,999
85	0,476	85	0,988	85	1,501	85	2,012
90	0,488	90	1,001	90	1,514	90	2,025
95	0,501	95	1,014	95	1,526	95	2,038

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,00800	2,053	1,01000	2,560	1,01200	3,067	1,01400	3,573
05	2,065	05	2,572	05	3,080	05	3,586
10	2,078	10	2,585	10	3,093	10	3,598
15	2,091	15	2,598	15	3,105	15	3,611
20	2,101	20	2,610	20	3,118	20	3,624
25	2,114	25	2,623	25	3,131	25	3,636
30	2,127	30	2,636	30	3,143	30	3,649
35	2,139	35	2,649	35	3,156	35	3,662
40	2,152	40	2,661	40	3,169	40	3,674
45	2,165	45	2,674	45	3,181	45	3,687
1,00850	2,178	1,01050	2,687	1,01250	3,194	1,01450	3,699
55	2,191	55	2,699	55	3,207	55	3,712
60	2,203	60	2,712	60	3,219	60	3,725
65	2,216	65	2,725	65	3,232	65	3,737
70	2,229	70	2,738	70	3,245	70	3,750
75	2,241	75	2,750	75	3,257	75	3,762
80	2,254	80	2,763	80	3,270	80	3,775
85	2,267	85	2,776	85	3,282	85	3,788
90	2,280	90	2,778	90	3,295	90	3,800
95	2,292	95	2,801	95	3,308	95	3,813
1,00900	2,305	1,01100	2,814	1,01300	3,321	1,01500	3,826
05	2,317	05	2,826	05	3,333	05	3,838
10	2,330	10	2,839	10	3,346	10	3,851
15	2,343	15	2,852	15	3,358	15	3,863
20	2,356	20	2,864	20	3,371	20	3,876
25	2,369	25	2,877	25	3,384	25	3,888
30	2,381	30	2,890	30	3,396	30	3,901
35	2,394	35	2,903	35	3,409	35	3,914
40	2,407	40	2,915	40	3,421	40	3,926
45	2,419	45	2,928	45	3,434	45	3,939
1,00950	2,432	1,01150	2,940	1,01350	3,447	1,01550	3,951
55	2,445	55	2,953	55	3,459	55	3,964
60	2,458	60	2,966	60	3,472	60	3,977
65	2,470	65	2,979	65	3,485	65	3,989
70	2,483	70	2,991	70	3,497	70	4,002
75	2,496	75	3,004	75	3,510	75	4,014
80	2,509	80	3,017	80	3,523	80	4,027
85	2,521	85	3,029	85	3,535	85	4,039
90	2,534	90	3,042	90	3,548	90	4,052
95	2,547	95	3,055	95	3,561	95	4,065

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,01600	4,077	1,01800	4,580	1,02000	5,080	1,02200	5,580
05	4,090	05	4,592	05	5,093	05	5,592
10	4,102	10	4,605	10	5,106	10	5,605
15	4,115	15	4,617	15	5,118	15	5,617
20	4,128	20	4,630	20	5,130	20	5,629
25	4,140	25	4,642	25	5,143	25	5,642
30	4,153	30	4,655	30	5,155	30	5,654
35	4,165	35	4,668	35	5,168	35	5,667
40	4,178	40	4,480	40	5,180	40	5,679
45	4,190	45	4,692	45	5,193	45	5,692
1,01650	4,203	1,01850	4,705	1,02050	5,205	1,02250	5,704
55	4,216	55	4,718	55	5,218	55	5,716
60	4,228	60	4,730	60	5,230	60	5,729
65	4,241	65	4,743	65	5,243	65	5,741
70	4,253	70	4,755	70	5,255	70	5,754
75	4,266	75	4,768	75	5,268	75	5,766
80	4,278	80	4,780	80	5,280	80	5,779
85	4,291	85	4,792	85	5,293	85	5,791
90	4,304	90	4,805	90	5,305	90	5,803
95	4,316	95	4,818	95	5,318	95	5,816
1,01700	4,329	1,01900	4,830	1,02100	5,330	1,02300	5,828
05	4,341	05	4,843	05	5,343	05	5,841
10	4,354	10	4,855	10	5,355	10	5,853
15	4,366	15	4,868	15	5,367	15	5,865
20	4,379	20	4,880	20	5,380	20	5,878
25	4,391	25	4,893	25	5,392	25	5,890
30	4,404	30	4,905	30	5,405	30	5,903
35	4,417	35	4,918	35	5,418	35	5,915
40	4,429	40	4,930	40	5,430	40	5,928
45	4,442	45	4,943	45	5,443	45	5,940
1,01750	4,454	1,01950	4,955	1,02150	5,455	1,02350	5,952
55	4,467	55	4,968	55	5,467	55	5,965
60	4,479	60	4,980	60	5,480	60	5,977
65	4,492	65	4,993	65	5,492	65	5,990
70	4,503	70	5,006	70	5,505	70	6,002
75	4,517	75	5,018	75	5,517	75	6,015
80	4,529	80	5,030	80	5,530	80	6,027
85	4,542	85	5,043	85	5,542	85	6,039
90	4,555	90	5,055	90	5,555	90	6,052
95	4,567	95	5,068	95	5,567	95	6,064

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,02400	6,077	1,02600	6,572	1,02800	7,066	1,03000	7,558
05	6,089	05	6,584	05	7,078	05	7,570
10	6,101	10	6,597	10	7,091	10	7,583
15	6,114	15	6,609	15	7,103	15	7,595
20	6,126	20	6,621	20	7,115	20	7,607
25	6,139	25	6,634	25	7,127	25	7,619
30	6,151	30	6,646	30	7,140	30	7,632
35	6,163	35	6,659	35	7,152	35	7,644
40	6,176	40	6,671	40	7,164	40	7,656
45	6,183	45	6,683	45	7,177	45	7,668
1,02450	6,200	1,02650	6,696	1,02850	7,189	1,03050	7,681
55	6,213	55	6,708	55	7,201	55	7,693
60	6,225	60	6,720	60	7,214	60	7,705
65	6,238	65	6,733	65	7,226	65	7,717
70	6,250	70	6,745	70	7,238	70	7,730
75	6,263	75	6,757	75	7,251	75	7,742
80	6,275	80	6,770	80	7,263	80	7,754
85	6,287	85	6,782	85	7,275	85	7,767
90	6,300	90	6,794	90	7,287	90	7,779
95	6,312	95	6,807	95	7,300	95	7,791
1,02500	6,325	1,02700	6,819	1,02900	7,312	1,03100	7,803
05	6,337	05	6,831	05	7,324	05	7,816
10	6,350	10	6,844	10	7,337	10	7,828
15	6,362	15	6,856	15	7,349	15	7,840
20	6,374	20	6,868	20	7,361	20	7,853
25	6,387	25	6,881	25	7,374	25	7,865
30	6,399	30	6,893	30	7,386	30	7,877
35	6,411	35	6,905	35	7,398	35	7,889
40	6,424	40	6,918	40	7,411	40	7,901
45	6,436	45	6,930	45	7,423	45	7,914
1,02550	6,449	1,02750	6,943	1,02950	7,435	1,03150	7,926
55	6,461	55	6,955	55	7,447	55	7,938
60	6,473	60	6,967	60	7,460	60	7,950
65	6,485	65	6,979	65	7,472	65	7,963
70	6,498	70	6,992	70	7,484	70	7,975
75	6,510	75	7,004	75	7,497	75	7,987
80	6,523	80	7,017	80	7,509	80	8,000
85	6,535	85	7,029	85	7,521	85	8,012
90	6,547	90	7,041	90	7,533	90	8,024
95	6,560	95	7,053	95	7,546	95	8,036

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,03200	8,048	1,03400	8,537	1,03600	9,024	1,03800	9,509
05	8,061	05	8,549	05	9,036	05	9,522
10	8,073	10	8,561	10	9,048	10	9,534
15	8,085	15	8,574	15	9,060	15	9,546
20	8,098	20	8,586	20	9,073	20	9,558
25	8,110	25	8,598	25	9,085	25	9,570
30	8,122	30	8,610	30	9,097	30	9,582
35	8,134	35	8,622	35	9,109	35	9,594
40	8,146	40	8,634	40	9,121	40	9,606
45	8,159	45	8,647	45	9,133	45	9,618
1,03250	8,171	1,03450	8,659	1,03650	9,145	1,03850	9,631
55	8,183	55	8,671	55	9,158	55	9,643
60	8,195	60	8,683	60	9,170	60	9,655
65	8,207	65	8,695	65	9,182	65	9,667
70	8,220	70	8,708	70	9,194	70	9,679
75	8,232	75	8,720	75	9,206	75	9,691
80	8,244	80	8,732	80	9,218	80	9,703
85	8,256	85	8,744	85	9,230	85	9,715
90	8,269	90	8,756	90	9,243	90	9,727
95	8,281	95	8,768	95	9,255	95	9,740
1,03300	8,293	1,03500	8,781	1,03700	9,267	1,03900	9,751
05	8,305	05	8,793	05	9,279	05	9,764
10	8,317	10	8,805	10	9,291	10	9,776
15	8,330	15	8,817	15	9,303	15	9,788
20	8,342	20	8,830	20	9,316	20	9,800
25	8,354	25	8,842	25	9,328	25	9,812
30	8,366	30	8,854	30	9,340	30	9,824
35	8,378	35	8,866	35	9,352	35	9,836
40	8,391	40	8,878	40	9,364	40	9,848
45	8,403	45	8,890	45	9,376	45	9,860
1,03350	8,415	1,03550	8,902	1,03750	9,388	1,03950	9,873
55	8,427	55	8,915	55	9,400	55	9,885
60	8,439	60	8,927	60	9,413	60	9,897
65	8,452	65	8,939	65	9,425	65	9,909
70	8,464	70	8,951	70	9,437	70	9,921
75	8,476	75	8,963	75	9,449	75	9,933
80	8,488	80	8,975	80	9,461	80	9,945
85	8,500	85	8,988	85	9,473	85	9,957
90	8,513	90	9,000	90	9,485	90	9,969
95	8,525	95	9,012	95	9,498	95	9,981

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,04000	9,993	1,04200	10,475	1,04400	10,956	1,04600	11,435
05	10,005	05	10,487	05	10,968	05	11,446
10	10,017	10	10,499	10	10,980	10	11,458
15	10,030	15	10,511	15	10,992	15	11,470
20	10,042	20	10,523	20	11,004	20	11,482
25	10,054	25	10,536	25	11,016	25	11,494
30	10,066	30	10,548	30	11,027	30	11,506
35	10,078	35	10,559	35	11,039	35	11,518
40	10,090	40	10,571	40	11,051	40	11,530
45	10,102	45	10,584	45	11,063	45	11,542
1,04050	10,114	1,04250	10,596	1,04450	11,075	1,04650	11,554
55	10,126	55	10,608	55	11,087	55	11,566
60	10,138	60	10,620	60	11,100	60	11,578
65	10,150	65	10,632	65	11,112	65	11,590
70	10,162	70	10,644	70	11,123	70	11,602
75	10,174	75	10,656	75	11,135	75	11,614
80	10,186	80	10,668	80	11,147	80	11,626
85	10,198	85	10,680	85	11,159	85	11,638
90	10,210	90	10,692	90	11,171	90	11,650
95	10,223	95	10,704	95	11,183	95	11,661
1,04100	10,234	1,04300	10,716	1,04500	11,195	1,04700	11,673
05	10,246	05	10,728	05	11,207	05	11,685
10	10,259	10	10,740	10	11,219	10	11,697
15	10,271	15	10,752	15	11,231	15	11,709
20	10,283	20	10,764	20	11,243	20	11,721
25	10,295	25	10,776	25	11,255	25	11,733
30	10,307	30	10,788	30	11,267	30	11,745
35	10,319	35	10,800	35	11,279	35	11,757
40	10,331	40	10,812	40	11,291	40	11,768
45	10,343	45	10,824	45	11,303	45	11,780
1,04150	10,355	1,04350	10,836	1,04550	11,315	1,04750	11,792
55	10,367	55	10,848	55	11,327	55	11,804
60	10,379	60	10,860	60	11,339	60	11,816
65	10,391	65	10,872	65	11,351	65	11,828
70	10,403	70	10,884	70	11,363	70	11,840
75	10,415	75	10,896	75	11,375	75	11,852
80	10,427	80	10,908	80	11,387	80	11,864
85	10,439	85	10,920	85	11,399	85	11,876
90	10,451	90	10,932	90	11,411	90	11,888
95	10,463	95	10,944	95	11,423	95	11,900

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,04800	11,912	1,05000	12,387	1,05200	12,861	1,05400	13,333
05	11,923	05	12,399	05	12,873	05	13,345
10	11,935	10	12,411	10	12,885	10	13,357
15	11,947	15	12,423	15	12,897	15	13,369
20	11,959	20	12,435	20	12,909	20	13,380
25	11,971	25	12,447	25	12,920	25	13,392
30	11,983	30	12,458	30	12,932	30	13,404
35	11,995	35	12,470	35	12,944	35	13,416
40	12,007	40	12,482	40	12,956	40	13,428
45	12,019	45	12,494	45	12,968	45	13,439
1,04850	12,031	1,05050	12,506	1,05250	12,979	1,05450	13,451
55	12,042	55	12,518	55	12,991	55	13,463
60	12,054	60	12,530	60	13,003	60	13,475
65	12,066	65	12,542	65	13,015	65	13,487
70	12,078	70	12,553	70	13,027	70	13,499
75	12,090	75	12,565	75	13,039	75	13,510
80	12,102	80	12,577	80	13,050	80	13,522
85	12,114	85	12,589	85	13,062	85	13,534
90	12,126	90	12,601	90	13,074	90	13,546
95	12,138	95	12,613	95	13,086	95	13,557
1,04900	12,150	1,05100	12,624	1,05300	13,098	1,05500	13,569
05	12,162	05	12,636	05	13,109	05	13,581
10	12,173	10	12,648	10	13,121	10	13,593
15	12,185	15	12,660	15	13,133	15	13,604
20	12,197	20	12,672	20	13,154	20	13,616
25	12,209	25	12,684	25	13,157	25	13,628
30	12,221	30	12,495	30	13,168	30	13,640
35	12,233	35	12,707	35	13,180	35	13,651
40	12,245	40	12,719	40	13,192	40	13,663
45	12,256	45	12,731	45	13,204	45	13,675
1,04950	12,268	1,05150	12,743	1,05350	13,215	1,05550	13,687
55	12,280	55	12,755	55	13,227	55	13,698
60	12,292	60	12,767	60	13,239	60	13,710
65	12,304	65	12,778	65	13,251	65	13,722
70	12,316	70	12,790	70	13,263	70	13,734
75	12,328	75	12,802	75	13,274	75	13,746
80	12,340	80	12,814	80	13,286	80	13,757
85	12,351	85	12,826	85	13,298	85	13,769
90	12,363	90	12,838	90	13,310	90	13,781
95	12,375	95	12,849	95	13,322	95	13,792

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,05600	13,804	1,05800	14,273	1,06000	14,741	1,06200	15,207
05	13,816	05	14,285	05	14,752	05	15,218
10	13,828	10	14,297	10	14,764	10	15,230
15	13,839	15	14,308	15	14,776	15	15,241
20	13,851	20	14,320	20	14,787	20	15,253
25	13,863	25	14,332	25	14,799	25	15,265
30	13,875	30	14,343	30	14,811	30	15,276
35	13,886	35	14,355	35	14,822	35	15,288
40	13,898	40	14,367	40	14,834	40	15,300
45	13,910	45	14,379	45	14,846	45	15,311
1,05650	13,921	1,05850	14,390	1,06050	14,857	1,06250	15,323
55	13,933	55	14,402	55	14,869	55	15,334
60	13,945	60	14,414	60	14,881	60	15,346
65	13,957	65	14,425	65	14,892	65	15,348
70	13,968	70	14,437	70	14,904	70	15,369
75	13,980	75	14,449	75	14,916	75	15,381
80	13,992	80	14,460	80	14,927	80	15,393
85	14,004	85	14,472	85	14,939	85	15,404
90	14,015	90	14,484	90	14,950	90	15,416
95	14,027	95	14,495	95	14,962	95	15,427
1,05700	14,039	1,05900	14,507	1,06100	14,974	1,06300	15,439
05	14,051	05	14,519	05	14,986	05	15,451
10	14,062	10	14,531	10	14,997	10	15,462
15	14,074	15	14,542	15	15,009	15	15,474
20	14,086	20	14,554	20	15,020	20	15,486
25	14,097	25	14,565	25	15,032	25	15,497
30	14,109	30	14,577	30	15,044	30	15,509
35	14,121	35	14,589	35	15,055	35	15,520
40	14,133	40	14,601	40	15,067	40	15,532
45	14,144	45	14,612	45	15,079	45	15,544
1,05750	14,156	1,05950	14,624	1,06150	15,090	1,06350	15,555
55	14,168	55	14,636	55	15,102	55	15,567
60	14,179	60	14,647	60	15,114	60	15,578
65	14,191	65	14,659	65	15,125	65	15,590
70	14,203	70	14,671	70	15,137	70	15,602
75	14,215	75	14,682	75	15,148	75	15,613
80	14,226	80	14,694	80	15,160	80	15,625
85	14,238	85	14,706	85	15,172	85	15,637
90	14,250	90	14,717	90	15,183	90	15,648
95	14,261	95	14,729	95	15,195	95	15,660

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,06400	15,671	1,06600	16,134	1,06800	16,595	1,07000	17,055
05	15,683	05	16,145	05	16,606	05	17,066
10	15,694	10	16,157	10	16,618	10	17,078
15	15,706	15	16,169	15	16,630	15	17,089
20	15,717	20	16,180	20	16,641	20	17,101
25	15,729	25	16,191	25	16,652	25	17,112
30	15,741	30	16,203	30	16,664	30	17,123
35	15,752	35	16,215	35	16,676	35	17,135
40	15,764	40	16,226	40	16,687	40	17,146
45	15,776	45	16,238	45	16,699	45	17,158
1,06450	15,787	1,06650	16,249	1,06850	16,710	1,07050	17,169
55	15,799	55	16,261	55	16,722	55	17,181
60	15,810	60	16,272	60	16,733	60	17,192
65	15,822	65	16,284	65	16,744	65	17,204
70	15,833	70	16,295	70	16,756	70	17,215
75	15,845	75	16,307	75	16,768	75	17,227
80	15,857	80	16,319	80	16,779	80	17,238
85	15,868	85	16,330	85	16,791	85	17,250
90	15,880	90	16,341	90	16,802	90	17,261
95	15,891	95	16,353	95	16,813	95	17,272
1,06500	15,903	1,06700	16,365	1,06900	16,825	1,07100	17,284
05	15,914	05	16,376	05	16,836	05	17,295
10	15,926	10	16,388	10	16,848	10	17,307
15	15,938	15	16,399	15	16,859	15	17,318
20	15,949	20	16,411	20	16,871	20	17,330
25	15,961	25	16,422	25	16,882	25	17,341
30	15,972	30	16,434	30	16,894	30	17,353
35	15,984	35	16,445	35	16,905	35	17,364
40	15,995	40	16,457	40	16,917	40	17,375
45	16,007	45	16,468	45	16,928	45	17,387
1,06550	16,019	1,06750	16,480	1,06950	16,940	1,07150	17,398
55	16,030	55	16,491	55	16,951	55	17,410
60	16,041	60	16,503	60	16,963	60	17,421
65	16,053	65	16,514	65	16,974	65	17,433
70	16,065	70	16,526	70	16,986	70	17,444
75	16,076	75	16,537	75	16,997	75	17,456
80	16,088	80	16,549	80	17,009	80	17,467
85	16,099	85	16,561	85	17,020	85	17,479
90	16,111	90	16,572	90	17,032	90	17,490
95	16,122	95	16,583	95	17,043	95	17,501

Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución	Densidad a 20 °C/20 °C	Gramos de extracto en 100 g de solución
1,07200	17,513	1,07400	17,970	1,07600	18,425	1,07800	18,878
05	17,524	05	17,981	05	18,436	05	18,890
10	17,536	10	17,992	10	18,447	10	18,901
15	17,547	15	18,004	15	18,459	15	18,912
20	17,559	20	18,015	20	18,470	20	18,924
25	17,570	25	18,027	25	18,482	25	18,935
30	17,581	30	18,038	30	18,493	30	18,947
35	17,593	35	18,049	35	18,504	35	18,958
40	17,604	40	18,061	40	18,516	40	18,969
45	17,616	45	18,072	45	18,527	45	18,980
1,07250	17,627	1,07450	18,084	1,07650	18,538	1,07850	18,992
55	17,639	55	18,095	55	18,550	55	19,003
60	17,650	60	18,106	60	18,561	60	19,015
65	17,661	65	18,118	65	18,572	65	19,026
70	17,673	70	18,129	70	18,584	70	19,037
75	17,684	75	18,140	75	18,595	75	19,048
80	17,696	80	18,152	80	18,607	80	19,060
85	17,707	85	18,163	85	18,618	85	19,071
90	17,719	90	18,175	90	18,629	90	19,082
95	17,730	95	18,186	95	18,641	95	19,094
1,07300	17,741	1,07500	18,197	1,07700	18,652	1,07900	19,105
05	17,753	05	18,209	05	18,663	05	19,116
10	17,764	10	18,220	10	18,675	10	19,127
15	17,776	15	18,232	15	18,686	15	19,139
20	17,787	20	18,243	20	18,697	20	19,150
25	17,799	25	18,254	25	18,709	25	19,161
30	17,810	30	18,266	30	18,720	30	19,173
35	17,821	35	18,277	35	18,731	35	19,184
40	17,833	40	18,288	40	18,742	40	19,195
45	17,844	45	18,300	45	18,754	45	19,207
1,07350	17,856	1,07550	18,311	1,07750	18,765	1,07950	19,218
55	17,867	55	18,323	55	18,777	55	19,229
60	17,878	60	18,334	60	18,788	60	19,241
65	17,890	65	18,345	65	18,799	65	19,252
70	17,901	70	18,356	70	18,810	70	19,263
75	17,913	75	18,368	75	18,822	75	19,274
80	17,924	80	18,379	80	18,833	80	19,286
85	17,935	85	18,391	85	18,845	85	19,297
90	17,947	90	18,402	90	18,856	90	19,308
95	17,958	95	18,413	95	18,867	95	19,320

ANEXO B
(NORMATIVO)**NORMAS QUE SERÁN REEMPLAZADAS POR LA
PRESENTE NTP**

B.1	NTP 213.005:1967 (revisada el 2012)	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Cervezas. Método de arbitraje para determinar el extracto real en cervezas
B.2	NTP 213.020:1970 (revisada el 2012)	CERVEZAS. Determinación del extracto aparente

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

6.7 Anexo 7: Norma Técnica Peruana 213.038

NORMA TÉCNICA	NTP 213.038
PERUANA	2015

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

Lima, Perú

CERVEZA. Determinación de dióxido de carbono. Método de presión

BEER. Carbon dioxide determination. Pressure method

2015-10-05
2ª Edición

R.N°001-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-11-20

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 67.160.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cerveza, dióxido de carbono, presión

© INACAL 2015

© INACAL 2015

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

ÍNDICE

		página
	ÍNDICE	ii
	PREFACIO	iii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	2
4.	DEFINICIONES	3
5.	PRINCIPIO DEL MÉTODO	3
6.	REACTIVOS	3
7.	EQUIPOS Y MATERIALES	4
8.	CALIBRACIÓN	5
9.	TOMA DE MUESTRA	5
10.	PROCEDIMIENTO	6
11.	CÁLCULOS	7
12.	EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS	9
13.	PRECISIÓN	10
14.	CASOS ESPECIALES	11
15.	INFORME DEL ENSAYO	11
16.	ANTECEDENTES	12
	ANEXOS	
	ANEXO A	13
	ANEXO B	14
	ANEXO C	15

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 abril a mayo 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 2015-06-10, el PNT 213.038:2015, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2015-07-22. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 213.038:2015 CERVEZA. Determinación del dióxido de carbono. Método de presión**, 2ª Edición, el 20 de noviembre de 2015.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a las Normas Técnicas Peruanas que se mencionan en el Anexo C. 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 Industria - Comité de Fabricantes de Cerveza
Presidente	Patricia Valdez - Cámara de Comercio de Lima
Secretaría	Nelly Nakamatsu Nakamatsu

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Ambev Perú S.A.C.	Walter Acosta Sierra
Certificaciones del Perú S.A. – CERPER S.A.	Gloria Reyes Robles Esther Terrones Bazán
Cervecería San Juan S.A.	Walter Proetzel Reelitz
NSF INASSA S.A.C.	Cecilia Torres Cóndor
Ministerio de la Producción - Dirección General de Innovación, Transferencia Tecnológica y Servicios Empresariales	Flor Cruzado González
SNI – Comité de Fabricantes de Cerveza	Carlos Matos Rodríguez Luis Carlos Adrianzén
U.C.P. Backus y Johnston S.A.A.	Hasbraly Calizaya Pinto

—oooOooo—

CERVEZA. Determinación de dióxido de carbono. Método de presión

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana determina la concentración de dióxido de carbono disuelto en paquete pequeño (botellas de PET / vidrio y latas de cerveza por el método de presión.

1.2 La descripción del método debe ser entendida como una guía ya que hay una diversidad de instrumentos en uso.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

2.1 Normas Técnicas de Asociación

2.1.1 Analytica EBC¹ 9.28.1:1997 Dióxido de Carbono en cerveza: Método de Titulación (RM)

2.1.2 Analytica EBC¹ 11.2.2:2008 Envases y materiales: Relleno: Aire en el espacio de cabeza de botellas y latas. Método Piercing

3. CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las botellas y cervezas enlatadas sin nitrogenados. Se obtuvieron valores de precisión cuantificados en el rango de 4,85 g / Litro a 7,00 g / Litro (2,43 volúmenes y 3,54 volúmenes) y también con el equipo adecuado para procesar cerveza en tuberías y recipientes.

¹ EBC: *European Brewery Convention*.

3.2 Para minimizar la incertidumbre de la medición, las mediciones deben llevarse a cabo dentro de un rango limitado de temperaturas y presión absoluta, deben medirse para eliminar errores debidos a las variaciones de la presión atmosférica.

3.3 Los gases extraños y de diferentes solubilidad del dióxido de carbono en diferentes cervezas pueden contribuir a la polarización y / o la varianza de los resultados de medición.

3.4 Si la presión parcial del aire total en el espacio de cabeza es más de 0,035 bar, se debe tomar una acción correctiva (véase el capítulo 14).

3.5 El factor específico del producto utilizado en el cálculo de dióxido de carbono está basado en la solubilidad del dióxido de carbono en la cerveza con una gravedad original de 12 °P y un grado de fermentación de 80 % .

3.6 Cuando la composición de la muestra de cerveza difiere de la composición estándar anteriormente mencionada, la fórmula dióxido de carbono debe ser alterada cambiando las constantes A, C y D.

3.7 En la cerveza, la solubilidad del dióxido de carbono por cada 3 °P cambia alrededor de 1 % con respecto a la de agua. Esto significa que la solubilidad del dióxido de carbono en la cerveza con una gravedad original de 9 °P es alrededor 3 % inferior. Para la cerveza con una gravedad original de 12 °P, la solubilidad del dióxido de carbono es cerca del 4 % inferior.

3.8 Las constantes en la fórmula de dióxido de carbono se pueden refinar mediante el uso de cerveza específica y / o correlación específica con el método de referencia (véase el apartado 2.1.1).

3.9 El método instrumental establecido en esta NTP se puede utilizar para el control de proceso interno como una alternativa al método de referencia por titulación.

4. DEFINICIONES

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

4.1 **dióxido de carbono (CO₂):** Es un compuesto gaseoso incoloro e inodoro.

4.2 **volumen de dióxido de carbono:** Es el volumen de CO₂ que absorbe el agua a presión atmosférica normal (101,325 kPa = 760 mm Hg) y a la temperatura de 15,56 °C .

5. PRINCIPIO DEL MÉTODO

5.1 El método se basa en la ley de Henry. La ley establece que a una temperatura dada, la cantidad de un gas disuelto en un líquido es proporcional a la presión parcial de este gas encima del líquido.

5.2 La presión parcial del gas dióxido de carbono encima del líquido y la temperatura del líquido se miden en equilibrio.

5.3 La concentración del dióxido de carbono disuelto se calcula entonces a partir de una regla de cálculo, tabla o una fórmula según el equipo a utilizar.

6. REACTIVOS

6.1 Cervezas de referencia certificadas con valor de referencia de dióxido de carbono disuelto autorizado.

6.2 Estándar de cervezas de valor conocido determinado por el método de titulación de referencia (véase el apartado 2.1.1) que cubren la gama de productos y contenido de dióxido de carbono de las muestras a analizar posteriormente.

6.3 Comprobar muestras de valor conocido determinadas en ensayos de colaboración (BAPS², ASBC análisis de verificación de muestra de cerveza³, entre otros).

7. EQUIPOS Y MATERIALES

7.1 Medidor analógico o digital de CO₂ (ejemplo Haffmans³, Zahn & Nagel³, Steinfurth³, Perris³, Stadler-Zeller⁴ o equivalente), provisto de un manómetro, manómetro digital o transductor calibrado, rango de medición de 0 bar a 5 bares, de preferencia con graduaciones de presión de 0,1 bar ó 0,2 bar .

7.2 Termómetro o sensor de temperatura, calibrado, rango de medición de -5 °C a 55 °C, se prefieren con exactitud igual o mejor que $\pm 0,3$ °C. Los medidores analógicos / digitales de CO₂ pueden tener incorporado el termómetro.

7.3 Dispositivos de calibración, de alta precisión (clase DIN 0.6) certificados tales como: indicadores de presión, suministros de presión, probador de columna de mercurio, probador medidor de peso muerto, contenedor de control en acero inoxidable, multímetro tipo HP⁴, termómetros.

7.4 Agitador de botella / lata, opcional, vertical, horizontal o equivalente.

7.5 Baño de agua, 20,0 °C \pm 0,2 °C, opcional.

7.6 Regla de cálculo de relación presión de CO₂ / temperatura (por ejemplo, Wallerstein Haffmans⁴ o equivalente), gráfico (por ejemplo, ASBC³ o equivalente), y / o software - integrado en el instrumento de medición para calcular de forma automática el contenido de dióxido de carbono - con un rango de medición de 2 g/L a 10 g/L en graduaciones de 0,02 g/L y una precisión de + 0,1 g/L o mejor.

² *Brewing Analytes Proficiency Scheme.*

³ *American Society of Brewing Chemists Beer Analysis Check Simple.*

⁴ Es un ejemplo de producto adecuado disponible comercialmente. Esta información se facilita para comodidad de los usuarios de esta NTP y no representa una garantía del Organismo Peruano de Normalización para este producto. Se pueden utilizar productos equivalentes si se puede demostrar que ofrecen los mismos resultados.

8. CALIBRACIÓN

El manómetro y el termómetro deben estar verificados/calibrados de acuerdo al manual de instrucciones del fabricante con las siguientes consideraciones:

- El transductor de presión es del tipo absoluto. Esto significa que la medición de la presión también seguirá las oscilaciones de la presión atmosférica y esos cambios tienen que ser tomados en cuenta durante la verificación y / o calibración de la medición de la presión.
- La calibración electrónica del cálculo se puede realizar a partir de una muestra de referencia, que contenga una cantidad conocida de dióxido de carbono. La calibración debe hacerse a la temperatura de operación (20 °C).
- La calibración completa del instrumento electrónico que incluye transductor de presión y sonda de temperatura se puede ejecutar por medio de una prueba de simulación a la presión atmosférica actual, a una temperatura establecida y aplicando una presión externa.
- La calibración completa del instrumento electrónico que incluye transductor de presión y sonda de temperatura se puede ejecutar por medio de una prueba de simulación a la presión atmosférica actual, a una temperatura establecida y aplicando una presión externa.
- Nivel de conformidad: si la lectura se desvía en más de 1 % a partir de la lectura del dispositivo de referencia, el dispositivo de prueba debe ser ajustado o reemplazado. Errores de medición de 0,03 bar, ± 3 °C, $\pm 0,06$ Ohm (PT 100 instrumentos) y $\pm 0,1$ g / L son aceptables. Los registros se mantendrán.

9. TOMA DE MUESTRA

9.1 Comprobar que las botellas de vidrio / lata no tengan posibles grietas o roturas previamente. Utilizar sólo envases no dañados. Antes de perforar el envase, protegerse de acuerdo a lo sugerido por el fabricante del equipo, lo cual debe garantizar la seguridad en caso de que una botella de vidrio estalle.

- 9.2 Usar siempre guantes y lentes de protección.
- 9.3 Se recomienda para una mejor reproducibilidad de las mediciones, llevar las botellas o latas a una temperatura de $20,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un baño de agua.
- 9.4 A menos que la metodología del fabricante señale lo contrario, se recomienda agitar enérgicamente con un agitador o manualmente para establecer un equilibrio entre el dióxido de carbono contenido en la fase líquida y en el espacio vacío.
- 9.5 Retirar cualquier hoja o etiqueta sobre la tapa de la botella.

10. PROCEDIMIENTO

10.1 La información precisa del el uso correcto y eficaz del medidor de CO_2 estará en el manual de instrucciones del usuario para el equipo en cuestión.

10.2 Debido a la gran cantidad de medidores de CO_2 , provistos de manómetro o medidor de presión digital o transductor, con o sin termómetro o sensor digital de temperatura y calculador electrónico, el procedimiento de determinación se debe ajustar a las condiciones y equipamiento de trabajo.

10.3 Colocar la botella (hacia arriba) o la lata (al revés) a ensayar, en la plataforma de base y al centro para que la junta de goma o de la cabeza del dispositivo de perforación se alinee aproximadamente en el centro del corona de la botella o del fondo de la lata.

Ensamblar y juntarlos de manera firme y segura.

10.4 Perforar la tapa de la botella o la parte inferior de la lata. Evitar cualquier fuga en el punto de perforación.

10.5 Soltar el aire del espacio de cabeza, si es posible, expulsándolo por el exceso de presión sin la liberación de dióxido de carbono disuelto.

10.6 Con el fin de proporcionar una liberación óptima del dióxido de carbono disuelto, agitar la botella o lata junto con el instrumento manualmente con la parte posterior y un rápido movimiento de vaivén o automáticamente (vuelco) varias veces (3 veces - 10 veces aproximadamente) o por medio de un impulso eléctrico / ultrasónico, hasta que se ha obtenido la presión máxima.

10.7 Registrar la lectura de la presión de equilibrio con 1 decimal o 2 decimales. No registrar la lectura de la presión cuando el lector de termómetro o sensor - de algunos equipos - está introducido en el contenedor. Esto causará una lectura de presión falsa.

10.8 Medir y registrar con 1 decimal la temperatura del líquido con el termómetro ensamblado, externo o sensor de temperatura. El tiempo requerido para una lectura de temperatura constante puede ser de 30 s o más, dependiendo de la temperatura del producto que está siendo ensayado.

10.9 A partir de la presión y la temperatura de equilibrio registradas, se puede calcular el contenido de dióxido de carbono. (Véase el Anexo B).

10.10 Limpiar, mantener, sustituir o almacenar el equipo siguiendo el manual de instrucciones del usuario.

10.11 Los errores en las determinaciones de dióxido de carbono dependerán de la exactitud del dispositivo de medición, lo bien que se ha mantenido, el intervalo de tiempo desde la calibración y si se han utilizado correctamente las metodologías de muestreo / calibración / determinación.

11. CÁLCULOS

11.1 Con la presión y la temperatura medidas, el contenido (sin corrección de aire) del dióxido de carbono disuelto en la muestra de la cerveza puede ser:

11.1.1 Leído directamente en el instrumento.

11.1.2 Leído en % (m / m) de una regla de cálculo de CO₂ (por ejemplo, Wallerstein, Haffmans⁵ o equivalente).

11.1.3 Leído en volúmenes estándar (a 0 °C y 1,013 bar = 1 atmósfera) de las tablas de CO₂ (ASBC o equivalente).

11.1.4 Calculado a partir de la fórmula Haffmans:

$$CO_2[\%(m/m)] = A \times [p + p_{pam}] \times e^{\left(\frac{c - D}{t - 273,15}\right)}$$

donde:

A = 1 (factor de conversión / compensación)

p = lectura de la presión de equilibrio del medidor, en bar

p_{pam} = presión atmosférica, en bar (1,013)

c = -10,74 (factor específico de producto *c*)

D = 2617,25 (factor específico de producto *c*)

t = temperatura leída en el líquido, en °C

o

⁵ Es un ejemplo de producto adecuado disponible comercialmente. Esta información se facilita para comodidad de los usuarios de esta NTP y no representa una garantía del Organismo Peruano de Normalización para este producto. Se pueden utilizar productos equivalentes si se puede demostrar que ofrecen los mismos resultados.

$$CO_2 [\% (m/m)] = A \times P \times e^{\left(\frac{D}{T+273.15}\right)}$$

donde:

P = lectura de la presión absoluta, en bar.

11.1.5 Los resultados de la regla de cálculo, tabla o fórmula pueden variar ligeramente en algunos casos. Así, por ejemplo, si a 20 °C los resultados de la tabla ASBC y de la fórmula Haffmans son idénticos, a temperatura más bajas la fórmula Haffmans da resultados algo más altos (+ 0,10 % (m / m)).

12. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

El resultado se expresará en % (m/m), en volumen con dos cifras decimales o en g/L con una cifra decimal.

12.1 Factores de conversión del contenido de CO₂

12.1.1 De CO₂ en % (m / m) a CO₂ gramos/Litro (g / L)

$$CO_2 (g / L) = CO_2 \% (m / m) \times S \times 10$$

donde:

S = gravedad específica de la cerveza 20 ° C/20 ° C

12.1.2 De CO₂ en g / Litro a volúmenes

$$CO_2 \text{ en volúmenes} = \frac{22\,272 \times CO_2 \text{ g/litro}}{44,01 \times 1\,000} = 0,5061 \times CO_2 \text{ g / litro}$$

donde:

22 272 = volumen estándar molar de CO₂ a 0 °C y 1 atm de presión

44,01 = peso molecular del CO₂

13. PRECISIÓN

Los valores de precisión que se indican a continuación (g / Litro) fueron determinados a partir de los datos de un ensayo colaborativo, llevado a cabo por el Comité de Análisis del EBC en octubre de 2003, en el que 24 laboratorios analizaron 3 muestras de cerveza distribuidas en 3 niveles de dióxido de carbono disueltos diferentes y calcularon el dióxido de carbono disuelto usando la misma fórmula (Haffmans).

Rango (g / Litro)	r ₉₅ (g / Litro)	R ₉₅ (g / Litro)
4,8 a 7,0	0,12	0,089 × m

donde

m = es valor medio.

14. CASOS ESPECIALES

14.1 Dada la precisión de la medición de dióxido de carbono por la calculadora de $\text{CO}_2 \pm 0,05 \text{ g / litro}$, la corrección de aire puede despreciarse si la presión parcial del aire a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ es igual o inferior a $0,035 \text{ bar}$. Entonces, si el "espacio de cabeza" en un paquete de 1 Litro es $1,5 \text{ mL}$ o más, la corrección de la presión aparente dióxido de carbono es necesaria.

14.2 Una vez medido el contenido de aire (mL) por envase (Método EBC 11.2.2) con una bureta de absorción adaptada o conectada a un aparato de perforación adecuado para la determinación - al mismo tiempo - de dióxido de carbono por el método de presión (por ejemplo, metro de aire de Haffmans, Prueba de aire de Zahm o equivalente).

14.3 Calcular la corrección de la presión parcial del aire en el espacio muerto por la fórmula:

$$\text{Corrección de espacio de cabeza (bar)} = \frac{\text{aire de espacio de cabeza (mL)}}{\text{volumen de espacio de cabeza (mL)}}$$

14.4 Restar la corrección del espacio de cabeza de lectura del medidor y determinar el contenido de dióxido de carbono corregido (véase el capítulo 11).

15. INFORME DEL ENSAYO

En el informe del ensayo se debe indicar lo siguiente:

- Identificación del lote.
- Referencia a esta NTP.
- Fecha de ensayo.

- Condiciones ambientales de laboratorio.
- Resultado de ensayo.
- Cualquier otra observación apreciada durante la realización del ensayo.

16. ANTECEDENTES

- | | | |
|------|--|---|
| 16.1 | NTP 213.023:1970
(revisada el 2012) | CERVEZAS. Método de referencia para determinar el contenido de aire y de bióxido de carbono en cerveza envasada en botellas y latas |
| 16.2 | Analytica EBC ⁶ 9.28.3:2007 | Dióxido de carbono en cerveza: Método de presión |

⁶ EBC: *European Brewery Convention*.

ANEXO A
(INFORMATIVO)
BIBLIOGRAFÍA

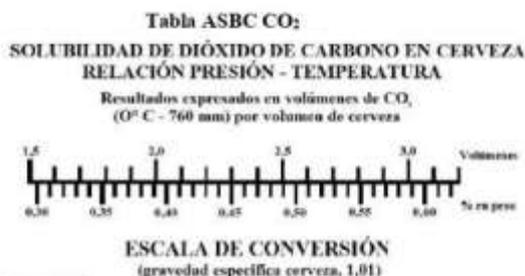
- A.1 ASBC⁷ Métodos de análisis, cerveza -13B (Dióxido de carbono disuelto, Método de presión para cerveza en botellas y latas). 1 958.
- A.2 Byer, A.J., Comunicaciones laboratorio Wallerstein, 1 962, 25, 306.
- A.3 F.X. Castañé, Revista del Instituto de Elaboración de la Cerveza, 2 005, 111, 87.

⁷ ASBC: *American Society of Brewing Chemists*.

ANEXO B
(NORMATIVO)

PRESIÓN – LIBRAS POR PULGADA
MANOMÉTRICA CUADRADA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008
1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032
1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056
1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080
1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104
1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128
1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152
1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176
1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200



ANEXO C
(NORMATIVO)

NORMAS QUE SERÁN REEMPLAZADAS POR LA
PRESENTE NTP

C.1	NTP 213.023:1970 (revisada el 2012)	CERVEZAS. Método de referencia para determinar el contenido de aire y de bióxido de carbono en cerveza envasada en botellas y latas
C.2	NTP 213.024:1970 (revisada el 2012)	CERVEZAS. Método manométrico para la determinación del bióxido de carbono disuelto en cerveza contenida en tanques

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN ASESORIA OFICIAL

6.8 Anexo 8: Norma Técnica Peruana 213.027

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 213.027 2016
--------------------------	---------------------

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

Lima, Perú

CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color

BEER. Spectrophotometric method for color determination

2016-03-30
3ª Edición

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

Precio basado en 06 páginas

I.C.S.: 67.160.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cerveza, color, espectrofotómetro

© INACAL 2016

© INACAL 2016

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

© INACAL 2016 – Todos los derechos son reservados ¹

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	ii
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	1
4. DEFINICIONES	2
5. PRINCIPIO DEL MÉTODO	2
6. INTERFERENCIAS	2
7. EQUIPOS Y MATERIALES	2
8. REACTIVOS	3
9. CALIBRACIÓN	3
10. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	3
11. PROCEDIMIENTO	4
12. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS	4
13. PRECISIÓN	5
14. INFORME DE ENSAYO	6
15. ANTECEDENTE	6

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 el mes de 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 PNTP 213.027:2015, 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 213.027:2016 CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color**, 3ª Edición, el 14 de abril de 2016.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 213.027:2015 CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color. 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 Industria – Comité de Fabricantes de Cerveza
Presidente	Patricia Valdez Ladrón de Guevara - Cámara de Comercio de Lima
Secretaria	Nelly Nakamatsu Nakamatsu

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Sociedad Nacional de Industrias - Comité de Fabricantes de Cerveza	Carlos Matos Rodríguez Luis Adrianzen Rodríguez
Unión de Cervecerías Peruanas 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 Gonzáles
NSF International Analytical Services S.A.C.	Cecilia Torres Cóndor Carmen Quintana Rodríguez
Certificaciones del Perú S.A.	Gloria Reyes Robles Esther Terrones Bazan

—oooOooo—

CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color

1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana tiene por objeto determinar el color en cervezas mediante el método espectrofotométrico.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

2.1 Norma Técnica Internacional

2.1.1 ISO 3696:1987 Métodos de especificación y ensayo - Agua para fines analíticos

2.2 Norma Técnica Peruana

2.2.1 NTP 213.014:2016 CERVEZA. Requisitos

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a todos los tipos de cervezas y para determinar el color del mosto.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones de la NTP 213.014 y además las siguientes:

4.1 **cerveza libre de turbiedad:** cuando su absorbancia a 700 nm de longitud de onda, es igual o menor que 0,039 veces su absorbancia determinada a 430 nm de longitud de onda y con cubeta de iguales dimensiones.

4.2 **unidad de color EBC:** El método de la European Brewing Convention (EBC) adopta para sus mediciones de color, la longitud de onda de 430 nm y una cubeta de 10 mm . Por lo que 1 EBC es 25 veces la absorbancia a 430 nm de longitud de onda.

5. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Consiste en determinar la densidad óptica o absorbancia de la cerveza libre de turbiedad en un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 430 nm en una celda de 10 mm .

6. INTERFERENCIAS

La turbiedad se considera un parámetro de interferencia para el método.

7. EQUIPOS Y MATERIALES

7.1 Espectrofotómetro con celdas de 10 mm ó 5 mm . El espectrofotómetro debe ser tal que la longitud de onda se pueda ajustar a 430 nm con una precisión de al menos $\pm 0,5$ nm y pueda ser revisada usando un filtro de óxido de holmio.

7.2 Filtro de membrana, tamaño de poro de 45 micras.

7.3 Porta filtro de membrana.

8. REACTIVOS

Para efectuar esta determinación se utilizan los siguientes reactivos:

8.1 Agua para uso en laboratorio analítico de al menos grado 3 según se define en la norma ISO 3696.

8.2 Ayuda filtrante.

9. CALIBRACIÓN

Se debe realizar la verificación y o calibración de los equipos para asegurar su buen funcionamiento, según manual del fabricante.

10. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

10.1 Retirar el exceso de dióxido de carbono por agitación o filtración de la muestra a analizar.

10.2 Diluir la muestra de tal manera que su absorbancia a 430 nm este dentro de la ley de Lambert y Beer (linealidad del espectrofotómetro).

10.3 En caso de que las muestras presenten turbiedad, filtrar las muestras con ayuda filtrante o filtro de membrana.

11. PROCEDIMIENTO

Comprobar que el ajuste de la longitud de onda sea $430 \text{ nm} \pm 0,5 \text{ nm}$. Si es necesario ajuste, ajustar la longitud de onda.

11.1 Llenar la celda con agua (véase el apartado 8.1 y ajustar la absorbancia a leer 0,00 (blanco)).

11.2 Enjuagar la celda y llenarla con la muestra de cerveza.

11.3 Leer la absorbancia.

11.4 Si la absorbancia a 700 nm de longitud de onda es igual o menor a 0,039 veces la absorbancia a 430 nm, la cerveza se considera libre de turbiedad.

11.5 Si el resultado indica que la cerveza no está libre de turbiedad, se clarifica con ayuda filtrante y se repite la medición de la absorbancia.

11.6 Cuando se trata de cervezas oscuras se pueden hacer diluciones con agua destilada, y en ese caso los resultados se multiplican por el factor de dilución correspondiente.

12. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Se calcula el color de la muestra sin diluir mediante la fórmula:

$$\text{Color}(\text{unidades EBC}) = A \times f \times 25$$

donde:

A = absorbancia a 430 nm en celda de 10 mm .

f = factor de dilución.

El resultado del color se reporta con dos decimales.

O en su defecto:

$$\text{Color (unidades EBC)} = A \times f \times 50$$

donde:

A = absorbancia a 430 nm en celda de 5 mm .

f = factor de dilución.

13. PRECISIÓN

Los valores de precisión que se indican a continuación (unidades EBC) fueron obtenidos a partir de los datos de ensayos de colaboración llevados a cabo por el Comité de Análisis del EBC en 1999. 14 y 13 laboratorios respectivamente participaron y analizaron muestras a niveles.

Rango	r_{95}	R_{95}
7 a 16	0,1	1,52 + 0,12 m

donde:

m = es el valor medio.

14. INFORME DE ENSAYO

En el informe de ensayo se debe indicar lo siguiente:

- 14.1 Fecha de realización del ensayo.
- 14.2 El número de la muestra y/o cualquier otra indicación que la caracterice.
- 14.3 Si la muestra fue filtrada o centrifugada.
- 14.4 Resultado del análisis realizado, el color (unidades EBC).
- 14.5 Código y título de esta NTP.
- 14.6 Nombre del analista y del laboratorio.
- 14.7 Cualquier desviación del procedimiento o cualquier otra circunstancia que pueda haber influido en la determinación.

La información listada no es excluyente a otros datos que se consideren relevantes.

15. ANTECEDENTE

NTP 213.027:2015

CERVEZA. Método espectrofotométrico para la determinación del color