

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA MAESTRÍA EN CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS



“ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL
FUNCIONAL UTILIZANDO LA QUINUA COMO
AGREGADO”

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

AUTOR: JUAN GERARDO HURTADO GARCÍA

Callao, 2020

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Gerardo Hurtado García".

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

La presente tesis fue sustentada ante el jurado conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Dra. Lida Carmen Sanz Falcón	PRESIDENTE
Dr. Carlos Alejandro Ancieta Dextre	SECRETARIO
Mg. María Estela Toledo Palomino	MIEMBRO
Dra. Carmen Gilda Avelino Carhuaricra	MIEMBRO
Dr. Julio César Calderón Cruz	ASESOR

Según figura en el **Acta N° 015** de fecha **DIECISIETE DE JULIO DEL DOS MIL VEINTE**, para obtener el Grado Académico de Maestro en la modalidad de **Sustentación virtual de Tesis**, de acuerdo a lo normado por el Reglamento de Estudios de Posgrado vigente.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis Padres: Papá Juan que desde el cielo me ilumina, mi Mamá Nancy, quienes con su comprensión, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy, un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi esposa Rosario y a mis hijos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. Gracias a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí a esforzarme siempre para ser, cada día una mejor persona y me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo le agradezco a Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Limitantes de la investigación	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.1.1. Antecedentes internacionales... ..	17
2.1.2. Antecedentes nacionales... ..	28
2.2. Bases teóricas.....	28
2.2.1 Fermentación alcohólica	28
2.2.2 Producción de la cerveza.....	31
2.3. Conceptual... ..	36

2.3.1. El agua.....	36
2.3.2. Cebada.....	41
2.3.3. Adjuntos.	44
2.3.4. Levadura.....	50
2.3.4. Fabricación de la malta.....	52
2.4. Definición de términos básicos.....	54
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	58
3.1 Hipótesis.....	58
3.1.1 Hipótesis general.....	58
3.1.2 Hipótesis específicas.....	58
3.2 Definición conceptual de variables.....	58
3.3 Operacionalización de variables.....	59
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	61
4.1 Tipo y diseño de investigación.....	61
4.2 Método de investigación.....	63
4.3 Población y muestra.....	77
4.4 Lugar de estudio y período desarrollado.....	78
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	78
4.6 Análisis y procesamiento de datos.....	82
4.6.1 Análisis ANOVA.....	83
V. RESULTADOS.....	84
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	116

6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	116
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	117
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	117
VII.	CONCLUSIONES	118
VIII.	RECOMENDACIONES	119
IX.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	120
ANEXOS	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de fermentación de la glucosa	30
Figura 2. Proceso de producción de cerveza	35
Figura 3. Conductividad de algunos líquidos	38
Figura 4. Apariencia de un grano de cebada (A: ventral y B: dorsal)	41
Figura 5. Siembra de cebada	43
Figura 6. Plantaciones de Quinoa	45
Figura 7. Quinoa blanca, roja y negra.....	46
Figura 8. Composición nutricional de quinoa.....	47
Figura 9. Humulus lupulus	49
Figura 10. Producción de malta.....	54
Figura 11. Diseño de la investigación	62
Figura 12. Equipos del sistema de producción de cerveza artesanal I	64
Figura 13. Equipos del sistema de producción de cerveza artesanal II	64
Figura 14. Molienda de la malta	66
Figura 15. Esquema de maceración escalonada	67
Figura 16. Homogenización en la maceración	67
Figura 17. Medición de la densidad.....	69
Figura 18. Producto final del proceso.....	70
Figura 19. Equipo de destilación.....	72

Figura 20. Medición del grado alcohólico	73
Figura 21. Procedimiento para encontrar las unidades de amargor	74
Figura 22. Tipos de malta utilizadas en el proceso	79
Figura 23. Tipos de lúpulo utilizadas en el proceso	80
Figura 24. Levadura utilizada en el proceso de elaboración de Cerveza artesanal.....	80
Figura 25. Curva de calibración para el análisis de proteínas Totales.	97
Figura 26. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro “color”	105
Figura 27. Prueba de Tukey para el parámetro “color”	106
Figura 28. Gráfico de intervalos para Color vs Lote	106
Figura 29. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro “amargor”	107
Figura 30. Prueba de Tukey para el parámetro “Amargor”	108
Figura 31. Gráfico de intervalos para Amargor vs Lote.....	108
Figura 32. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro “cantidad de proteínas”	109
Figura 33. Prueba de Tukey para el parámetro “cantidad de proteínas”	110
Figura 34. Gráfico de intervalos para Cantidad de proteínas vs Lote	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto final sobre la cerveza de los principales iones disueltos en el agua	40
Tabla 2. Comparación nutricional de la quinua y otros cereales	48
Tabla 3. Tipos de lúpulo y su origen	51
Tabla 4. Operacionalización de variables	60
Tabla 5. Composición de los diferentes agregados de quinua	66
Tabla 6. Parámetros de la cerveza artesanal y su método de análisis	71
Tabla 7. Escala hedónica de nueve puntos	77
Tabla 8. Materias primas utilizadas en la preparación de cerveza artesanal funcional.....	79
Tabla 9. Equipos componentes del sistema de producción de cerveza artesanal funcional	81
Tabla 10. Equipos utilizados para el análisis de las muestras.....	82
Tabla 11. Instrumentos utilizados para el análisis de las muestras.....	82
Tabla 12. Composición del lote 1 de cerveza artesanal funcional.....	84
Tabla 13. Composición del lote 2 de cerveza artesanal funcional.....	84
Tabla 14. Composición del lote 3 de cerveza artesanal funcional.....	85
Tabla 15. Composición del lote 4 de cerveza artesanal funcional.....	85
Tabla 16. Composición del lote 5 de cerveza artesanal funcional.....	85
Tabla 17. Composición del lote 6 de cerveza artesanal funcional.....	86

Tabla 18. Composición del lote 7 de cerveza artesanal funcional	86
Tabla 19. Composición del lote 8 de cerveza artesanal funcional	86
Tabla 20. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 1 de cerveza artesanal funcional	87
Tabla 21. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 2 de cerveza artesanal funcional	87
Tabla 22. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 3 de cerveza artesanal funcional	88
Tabla 23. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 4 de cerveza artesanal funcional	88
Tabla 24. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 5 de cerveza artesanal funcional	88
Tabla 25. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 6 de cerveza artesanal funcional	89
Tabla 26. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 7 de cerveza artesanal funcional	89
Tabla 27. Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 8 de cerveza artesanal funcional	89
Tabla 28. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de los grados de color	90
Tabla 29. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de los grados de color	90
Tabla 30. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del	

lote 3 y el valor calculado de los grados de color	91
Tabla 31. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de los grados de color	91
Tabla 32. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de los grados de color	91
Tabla 33. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de los grados de color	92
Tabla 34. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de los grados de color	92
Tabla 35. Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de los grados de color	92
Tabla 36. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de los grados de amargor	93
Tabla 37. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de los grados de amargor	93
Tabla 38. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 3 y el valor calculado de los grados de amargor	94
Tabla 39. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de los grados de amargor	94
Tabla 40. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de los grados de amargor	94
Tabla 41. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de los grados de amargor	95

Tabla 42. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de los grados de amargor	95
Tabla 43. Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de los grados de amargor	95
Tabla 44. Valores de absorbancia a 595nm de los patrones de la curva de calibración para analizar proteínas totales	96
Tabla 45. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional.....	97
Tabla 46. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional	98
Tabla 47. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 3 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional	98
Tabla 48. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional	99
Tabla 49. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional.....	99
Tabla 50. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de	

cerveza artesanal funcional	100
Tabla 51. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional	100
Tabla 52. Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional	101
Tabla 53. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 1	102
Tabla 54. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 2	102
Tabla 55. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 3	102
Tabla 56. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 4	103
Tabla 57. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 5	103
Tabla 58. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 6	103
Tabla 59. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 7	104
Tabla 60. Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 8	104

Tabla 61. Valores de densidad, pH y grado de alcohol para muestras de cada lote.....	111
Tabla 62. Valores de color para muestras de cada lote.....	112
Tabla 63. Valores de amargor para muestras de cada lote.....	113
Tabla 64. Valores de proteínas totales para muestras de cada lote	114
Tabla 65. Evaluación sensorial de cada lote de cerveza artesanal funcional.....	114

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en la elaboración de una cerveza artesanal funcional a base de quinua en una planta semi industrial. Se elaboraron ocho tipos de cerveza de aproximadamente 20 litros cada uno, los cuales tuvieron recetas diferentes y siguieron el proceso siguiente: maceración, añadido de adjunto nutritivo de quinua, cocción, enfriamiento, fermentación, maduración, gasificación y embotellado.

Se analizaron muestras de cada tipo para los parámetros de densidad, pH, grado alcohólico, color, amargor y proteínas totales. Además, pasaron por un análisis sensorial.

El análisis de datos de los parámetros mencionados y los resultados de la cata de la cerveza determinaron la mejor receta, que tuvo la siguiente composición: 20L de agua, 2kg de malta Caraamber, 2 kg de malta Pale, 11.5 g de levadura Safale American, 7.24g de lúpulo Citra, 9.65g de lúpulo Chinook y 6.5L de agregado de quinua.

La cerveza con mejores características tuvo un grado alcohólico de 4.7%, densidad de 1.044 SG, pH de 5.6, color de 29.3 EBC, amargor de 31.2 °IBU y una cantidad de proteínas totales de 3.676 g/100mL.

PALABRAS CLAVE: cerveza artesanal, quinua, malta, semi industrial

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa consistiu na elaboração de uma cerveja artesanal funcional à base de quinoa em uma planta semi-industrial. Foram elaborados oito tipos de cerveja de aproximadamente 20 litros cada, que tinham receitas diferentes e seguiram o seguinte processo: maceração, adição de adjunto nutricional de quinoa, cozimento, resfriamento, fermentação, maturação, gaseificação e engarrafamento.

Amostras de cada tipo foram analisadas quanto aos parâmetros de densidade, pH, teor alcoólico, cor, amargor e proteína total. Além disso, eles passaram por uma análise sensorial.

A análise dos dados dos parâmetros citados e os resultados da degustação da cerveja determinaram a melhor receita, que teve a seguinte composição: 20L de água, 2kg de malte Caraamber, 2kg de malte Pale, 11,5 g de levedura Safale americana, 7,24 g de lúpulo Citra, 9,65 g de lúpulo Chinook e 6,5 L de quinoa adicionados.

A cerveja com as melhores características apresentou teor alcoólico de 4,7%, densidade de 1,044 SG, pH de 5,6, cor de 29,3 EBC, amargor de 31,2 °IBU e teor de proteína total de 3,676 g/100mL.

PALAVRAS-CHAVE: cerveja artesanal, quinoa, malte, semi-industrial

INTRODUCCIÓN

La cerveza es, desde tiempos antiguos, una de las bebidas más populares, y también es la bebida alcohólica más consumida a nivel nacional y mundial. En el Perú, el consumo de cerveza fabricada industrialmente es masivo, pero en los últimos años la cerveza elaborada de manera artesanal ha captado muchos seguidores. Estas cervezas artesanales son producidas por empresas (pequeñas y medianas) que realizan diversas formulaciones, por lo que la variedad actual es amplia (se realizan variaciones en el sabor, la textura, la brillantez, el grado alcohólico, por ejemplo). En relación a la cerveza artesanal, el presente trabajo busca presentar una forma alternativa de ver la cerveza artesanal, mediante el uso de quinua, para convertir esta bebida en una cerveza funcional, es decir, una bebida alcohólica que beneficie a quien la consuma. El aporte de la quinua a una cerveza es notable, ya que es una planta oriunda de nuestro país que provee un alto nivel proteico, de minerales (calcio, hierro), por citar algunos de sus beneficios.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Nuestro país cuenta con un consumo muy elevado de cerveza, y no solo de cerveza preparada industrialmente, sino que el consumo de cerveza artesanal se ha incrementado de manera notable en los últimos años.

Un problema con la cerveza, en general, es que no tiene un aporte considerable de nutrientes, por lo que su consumo no representa mucho desde el punto de vista nutricional. Por ello, el presente trabajo buscó elaborar una cerveza que resulte ser funcional para quien la consuma. En este trabajo se utilizó la quinua como agregado, ya que su aporte proteico es alto, y además provee un sabor y olor agradable a esta bebida alcohólica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo debe ser la elaboración de una cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el proceso productivo de la cerveza artesanal funcional?
- b) ¿Cuáles son los parámetros de producción de cerveza artesanal funcional?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el proceso productivo de cerveza artesanal funcional.
- b) Identificar los parámetros de producción de cerveza artesanal funcional que tiene como agregado la quinua.

1.4. Limitantes de la investigación

Entre las limitantes encontradas, durante el desarrollo del trabajo planteado, se puede considerar lo listado a continuación:

- a) La preparación de muestra para los análisis instrumentales.
- b) La falta de trabajos similares a nivel nacional, para hacer la contrastación de resultados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes, estudios que guardan relación directa o indirecta con el objeto de estudio de esta investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Capece, Angela; Romaniello, Rossana; Pietrafesa, Angela; Siesto, Gabriella; Pietrafesa, Rocchina; Zambuto, Marianna Y Romano, Patrizia (2018). Universitá degli Studi della Basilicata – Italia, “Uso de *Saccharomyces cerevisiae* var. *Boulardii* en co-fermentaciones con *S. cerevisiae* para la producción de cervezas artesanales con potencial de valorización saludable”.

Recientemente, se observó un aumento en el interés del consumidor por la cerveza, como consecuencia de los altos antioxidantes fenólicos y el bajo contenido de etanol presente en esta bebida. Entre todos los tipos de cerveza, en los últimos años, el consumo de cervezas artesanales ha ganado popularidad. Al ser una cerveza artesanal sin pasteurizar y sin pasteurizar, es potencialmente un nuevo vehículo para generar efectos en la salud. Si bien los beneficios para la salud de las bacterias del ácido láctico como probióticos son bien conocidos, hay pocos datos disponibles sobre las levaduras probióticas en alimentos fermentados. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la integración de la conocida cepa de levadura probiótica de *S. cerevisiae* var. *boulardii* (S.b) en cultivos mixtos con cepas de *S. cerevisiae* para la producción de

cervezas con beneficios saludables aumentados. La cepa probiótica de *S.b* se probó en cultivos mixtos con cepas seleccionadas de *S. cerevisiae*, durante la fermentación del mosto. Como la viabilidad durante las operaciones de procesamiento es uno de los criterios para seleccionar cepas adecuadas de microorganismos probióticos, se evaluó la supervivencia de las levaduras probióticas durante la fermentación y la presencia de células altamente viables al final de las fermentaciones. En casi todas las fermentaciones mixtas, al final del proceso, la levadura probiótica predominó en la cepa de *S. cerevisiae*, y las cervezas experimentales contenían un alto número de células viables de la cepa *Sb*. El análisis de cervezas experimentales para el contenido de compuestos volátiles principales mostró que la inclusión de la cepa *S.b* en el iniciador mixto no afectó negativamente el aroma de la cerveza. Además, la inclusión de la cepa *S.b* en iniciadores mixtos determinó un aumento en la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles, en comparación con las cervezas de fermentaciones de un solo iniciador, lo que indica la influencia de la cepa *S.b* en estos parámetros. Algunos cultivos de inicio mixtos probados en este estudio dieron como resultado una herramienta muy prometedora para aumentar la calidad saludable del producto, como mejorar la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles de la cerveza.

Yan, Dan; Foo, Yong; Shellie, Robert; Marriott, Philip; Whittock, Simon y Koutoulis, Anthony (2018). Australian Centre for Research on Separation Science – Australia, “Evaluación de los perfiles fitoquímicos de nuevos cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus L.*): una ruta potencial para la elaboración de cerveza”.

Este estudio investigó la diversidad fitoquímica volátil de 30 muestras obtenidas de plantas híbridas experimentales y comerciales de *H. lupulus L.* Los aceites esenciales destilados de estas muestras se analizaron mediante cromatografía de gases de alta resolución junto con espectrometría de masas de tiempo de vuelo de masa precisa. Se detectaron un total de 24 metabolitos en todas las muestras, pero los cultivares comerciales (seleccionados por su rendimiento en la elaboración de la cerveza) tenían menos compuestos identificados en comparación con los genotipos experimentales. Análisis de quimiometría permitió diferenciar claramente los híbridos experimentales de los cultivares comerciales, discutidos en términos de las diferentes clases de compuestos presentes en diferentes genotipos. Las diferencias entre los mono y sesquiterpenoides parecen estar relacionadas con: i) el origen genético de las plantas; o ii) los procesos de bioacumulación de los metabolitos secundarios identificados.

Gatrell, Jay; Reid, Neil Y Steiger, Thomas (2017). Bellamine University – USA, “Los espacios de marca: lugar, región, sostenibilidad y la industria cervecera artesanal estadounidense”.

De acuerdo a los autores, el crecimiento de la industria de la cerveza artesanal reside en el nexo entre naturaleza, lugar e identidad, lo que se considera una geografía aplicada del crecimiento que está necesariamente informada por la sostenibilidad y los conceptos geográficos estrechamente relacionados de las interacciones entre el hombre y el medio ambiente. Además, examinamos la marca de la naturaleza y el lugar como mecanismos espaciales co-determinados para la diferenciación del mercado y el crecimiento económico, incluido el neo-localismo. Específicamente, examinamos ejemplos del mundo real de iniciativas de marca auténticas que se extienden a partir de interacciones dinámicas entre personas y ambiente que promueven la sostenibilidad general de las comunidades y la industria de la cerveza artesanal. Al hacerlo, proponemos un marco de desarrollo económico basado en una geografía aplicada organizada en torno a los conceptos de lugar, región y sostenibilidad. El marco se puede utilizar en una variedad de contextos de desarrollo económico y en múltiples industrias.

Gomez Corona, Carlos; Lelievre, Maud; Escalona, Héctor Chollet, Sylvie y Valentin, Dominique (2016). Universidad Autónoma Metropolitana – México, “Representación de la cerveza artesanal entre hombres en dos culturas diferentes”.

El consumo de cerveza artesanal ha ido cambiando en todo el mundo. Pasó de un producto poco conocido a un producto común entre los consumidores. En los últimos años, las ventas de cerveza artesanal han crecido más rápido que el estilo dominante de cerveza en países con diferentes tradiciones cerveceras como México y Francia. Un cambio en los hábitos de consumo es una señal de que la representación del producto está cambiando. Por lo tanto, es valioso entender los elementos y la estructura de esta nueva representación. El presente estudio se realizó para comprender el impacto de la cultura y los hábitos de consumo en la representación de la cerveza. Trescientos consumidores masculinos (usuarios de cerveza artesanal e industrial) fueron entrevistados en México y Francia. Los resultados mostraron que los consumidores de la misma cultura comparten representaciones sociales similares de la cerveza artesanal, incluso cuando tienen diferentes hábitos de consumo (artesanal-industrial). Los consumidores mexicanos comparten el alcohol y el sabor como elementos centrales en sus representaciones, pero solo comparten un elemento periférico, la "tradición". Los consumidores franceses comparten dos elementos centrales: el gusto y la fiesta. Al comparar a los consumidores de diferentes culturas, los participantes de la artesanía

francesa y mexicana no comparten elementos centrales en sus representaciones hacia la cerveza; mientras que los consumidores de cerveza industrial comparten un elemento “alcohol”. Los consumidores de artesanías parecen tener una representación social más estructurada, sostenida o alimentada por los hábitos de consumo, mientras que la representación de los consumidores de cerveza industrial parece ser menos resistente o capaz de cambiar con el tiempo.

Donadini, Gianluca Y Porretta, Sebastiano (2016). Experimental Station for the Food Preserving Industry – Italia, “*Descubrir patrones de interés de los consumidores por la cerveza: un estudio de caso con cervezas artesanales*”.

Para descubrir patrones de interés del consumidor en las cervezas artesanales, los autores exploraron la percepción de la calidad de las cervezas artesanales en un panel de bebedores de cerveza industriales (n = 150) y examinaron las diferencias de interés para este segmento de cerveza entre hombres y mujeres. Los autores adoptaron un experimento de calificación conjunta en el que los encuestados recibieron cuarenta y nueve perfiles de cerveza para evaluar y se les pidió que puntuaran el grado de interés en cada perfil en una escala de 9 puntos. Cada perfil se describió en ocho atributos (tipo de cervecería, tecnología de elaboración de cerveza, caracterización de las materias primas, equipo de la cervecería, ubicación de la cervecería, tipo de envase, precio de venta al por menor, dónde

comprar) varió a diferentes niveles. Los resultados mostraron que los consumidores italianos le dieron mayor importancia al tipo de contenedor (30,49%) y en tecnología de elaboración de cerveza (17,64%). La caracterización de las materias primas (13,44%) y el tipo de cervecería (12,64) se ubicaron en los puestos 3 y 4 y se ubicaron en la misma banda por debajo de la tecnología de elaboración de cerveza. El precio de venta al público (9,87%) y dónde comprar (8,73%) fueron mucho menos importantes. La menor importancia de todas se atribuyó al equipo de la sala de cocción (4,44%) y a la ubicación de la cervecería (2,75%). En lo que respecta a los valores de utilidad, la botella de vidrio a nivel de factor + la tapa de corona y la microfiltración a nivel de factor son las utilidades que más aumentaron el interés de los consumidores. Fueron seguidos por los granos locales a nivel de factor, barril de acero inoxidable y monasterio. En contraste, el nivel de factor PET Keg, la lata de aluminio y la cervecería corporativa a gran escala mostraron el mayor impacto negativo en los intereses. Hombres y mujeres compartieron patrones de interés similares. Sin embargo, los hombres asignaron más importancia que las mujeres al precio minorista, la ubicación de la cervecería y dónde comprar. Las mujeres asignaron más importancia que los hombres al tipo de envase, la tecnología de elaboración de la cerveza y el tipo de cervecero. Estos hallazgos son relevantes para comprender el comportamiento de los consumidores en el mercado de la cerveza y para traducir las necesidades, deseos y expectativas de los consumidores en manufactura diseñada para

producir el mejor producto posible, competitivo en costo y ampliamente aceptado en un período relativamente corto.

Sancho, Rubén (2015). Universitat Politècnica de Catalunya - España, “Diseño de una Micro-Planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción”.

En el presente proyecto se realizó un estudio económico y tecnológico para la implantación de una fábrica de cerveza artesanal, con una capacidad de producción inicial de 360 hl/año. La planta está situada en Albelda (Huesca).

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de todos los aspectos que influyen en la elaboración de la cerveza, identificando los puntos críticos del proceso que finalmente determinaron la calidad del producto final. Para poder desarrollar estos conceptos contaron con una planta piloto de 100 litros de capacidad.

La cerveza es una bebida fermentada preparada a partir de agua, cebada malteada y aromatizada con flores de lúpulo. El proceso de fabricación constó de las siguientes etapas: molturado del grano, maceración, filtrado, cocción, centrifugación, enfriamiento, fermentación, maduración y envasado.

Aquilani, Barbara; Laureti, Tiziana, Poponi, Stefano y Secondi, Luca (2015). University of Tuscia – Italia, “La elección de la cerveza y los

factores determinantes del consumo cuando se prueban las cervezas artesanales: un estudio exploratorio de las preferencias de los consumidores”.

El objetivo de este artículo es estudiar la emergente industria de la cerveza artesanal desde una perspectiva de preferencia del consumidor.

La industria de la cerveza artesanal es uno de los segmentos en crecimiento en la industria de las bebidas y su creciente popularidad también afecta las preferencias comerciales de cerveza y las tendencias de consumo de las personas, aunque aún no se ha realizado un estudio empírico en Europa sobre este tema. Este estudio exploratorio tiene como objetivo comparar el perfil de los consumidores de cerveza comercial "puramente" con el de los consumidores de cerveza comerciales que ya han probado cervezas artesanales. Se observó que el aroma y la calidad percibida, así como la preferencia por la cerveza de barril, beber cerveza con frecuencia o uno mismo, son factores que explican la propensión de los bebedores de cerveza comerciales "puramente" a probar la cerveza artesanal. También se encontró que las evaluaciones de las características de los consumidores de cerveza y las marcas diferían dependiendo de si habían probado cerveza artesanal o no. Además, la cerveza artesanal se elige de acuerdo con las diferentes preferencias de sabor en comparación con la cerveza comercial, principalmente la consumen los bebedores de cerveza frecuentes en los pubs y sus familiares, y se percibe como de

mayor calidad que la cerveza comercial debido a las materias primas utilizadas para la elaboración de cerveza. y su calidad general.

Estos resultados pueden ayudar tanto a los nuevos empresarios en el segmento de cerveza artesanal como a las grandes empresas manufactureras a tratar de comprender mejor esta nueva tendencia de consumo para satisfacer las nuevas necesidades y preferencias de los consumidores de cerveza.

Grunde, John; Li, Siqui y Merl, Robert (2014). Blekinge Institute of Technology – Suecia, “Cervecerías artesanales y sostenibilidad: desafíos, soluciones e impactos positivos”.

Esta investigación utiliza el Marco para el Desarrollo Estratégico Sostenible (FSSD) para evaluar los desafíos de sostenibilidad y los impactos positivos de una cervecería artesanal, así como soluciones viables para superar los desafíos que enfrentan estas cervecerías. Los datos fueron recolectados a través de literatura, informes de sostenibilidad y una encuesta. Nuestra investigación reveló cinco desafíos principales y cuatro impactos positivos principales de una cervecería artesanal; estos desafíos son la energía, el agua, la agricultura, el empaque y la distribución, y el consumo de alcohol, mientras que los impactos positivos son la conexión local, la economía local, la interacción social y la identidad cultural. Además, se desarrolló un prototipo de herramienta para ayudar a las cervecerías artesanales a ser

más sostenibles y podría ayudar a mover a la sociedad, en su conjunto, hacia la sostenibilidad.

Esteve Saus, Marina (2013). Tampere University of Applied Sciences – Finlandia, “Diseñando una cervecería artesanal de energía neutral”.

Este proyecto estudió las materias primas y los procesos de fabricación de cerveza. También especifica el equipo necesario para comenzar una microcervecería artesanal, capaz de producir 100 L de cerveza cada tres semanas. Además, este proyecto estima el espacio que necesita esta microcervecería, pero lo más importante es que estudia cómo la microcervecería puede ser neutra desde el punto de vista energético, utilizando un sistema de recolección y tratamiento de agua, y un sistema de paneles solares fotovoltaicos térmicos.

Durante el proyecto, se produjeron dos tipos de cerveza para tener un conocimiento más amplio del proceso y para estimar las cantidades necesarias de ingredientes necesarios en una microcervecería artesanal. El proyecto se realizó utilizando el software BeerSmith. Este proyecto podría implementarse en cualquier bar u hogar que tenga el espacio requerido y, como tiene que ser de energía neutral, la microcervecería debería ubicarse en un lugar con un clima mediterráneo.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Echia, Diego (2018). Universidad San Ignacio de Loyola – Perú, *“Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay””*.

La Cerveza se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo”. La investigación se realizó con la finalidad de Elaborar cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”, teniendo en cuenta tres variables. Las variables fueron la proporción entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’, la cantidad de lúpulo por litro de mosto y la cantidad de azúcar por litro de cerveza.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso de oxidación bioquímica espontánea o inducida por el cual, bajo la acción de enzimas de levadura, los carbohidratos se convierten en alcohol etílico y CO₂ como los principales productos acompañados por varios subproductos.

La glucosa se convierte en ácido pirúvico durante la glucólisis. Cuando hay oxígeno disponible, el ácido pirúvico entra en una serie de reacciones químicas (conocidas como ciclo del ácido tricarboxílico) y procede a la

cadena respiratoria. Como resultado de la respiración, las células producen 36-38 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa oxidada (Figura 1). En este proceso de fermentación, la levadura se usa principalmente como biocultivo y solución acuosa de monosacárido (materias primas) como medio de cultivo para la producción de bebidas. En el proceso de fermentación alcohólica, la levadura generalmente lleva a cabo el proceso de fermentación aeróbica, pero también puede fermentar las materias primas en condiciones anaeróbicas.

En ausencia de oxígeno, se produce fermentación alcohólica en el citosol de la levadura. En condiciones anaeróbicas, el piruvato se puede transformar en etanol, donde primero se convierte en una molécula intermedia llamada acetaldehído, que libera aún más dióxido de carbono, y el acetaldehído se convierte en etanol. En la fermentación alcohólica, el aceptor de electrones llamado NAD^+ se reduce para formar NADH. El intercambio de electrones que ocurre en el proceso ayuda a construir ATP (Santanu *et al.*, 2020).

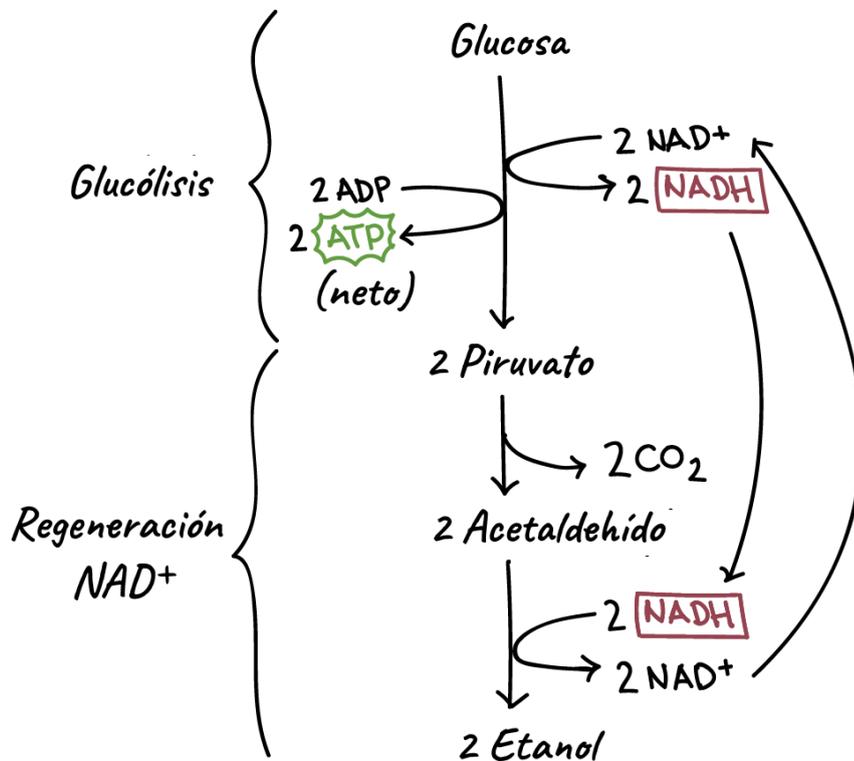


Figura 1. Proceso de fermentación de la glucosa

Fuente: Researchgate, 2010

Desde el trabajo de Pasteur, varios tipos de microorganismos (incluida la levadura y algunas bacterias) se han utilizado para descomponer el ácido pirúvico para producir etanol en la fabricación de cerveza. El otro subproducto de la fermentación, el dióxido de carbono, se usa en la fabricación de pan y la producción de bebidas carbonatadas. Otros organismos vivos (como los humanos) metabolizan el ácido pirúvico en lactato porque carecen de las enzimas necesarias para la producción de alcohol, y en los mamíferos, el hígado recicla el lactato en glucosa (Segal, 2010).

2.2.2 Producción de la cerveza

El primer paso del proceso es aplastar la malta. Esto rompe los granos, exponiendo la bola de almidón adentro y haciéndola accesible al fabricante. Los granos solo se trituran ligeramente, dejando el casco intacto para que sirva de lecho filtrante para el proceso de lavado posterior. Seguidamente se extrae azúcares de granos fermentables. Básicamente consiste en sumergir los granos en agua a temperaturas entre 140 ° y 160 ° Fahrenheit por un período de sesenta a noventa minutos con un espesor similar al de la avena. Esto activa enzimas naturales en el grano que convierte los almidones de grano en azúcares, como la maltosa, que la levadura puede metabolizar.

Durante la filtración, los azúcares fermentables se enjuagan de los granos. A medida que el licor endulzado del puré, ahora llamado mosto (explicado en el punto anterior), se drena lentamente desde el fondo del túnel de puré, el agua caliente se bombea desde la parte superior a la misma velocidad lenta. A medida que el agua fluye a través de los granos, la temperatura aumenta a aproximadamente 170 ° Fahrenheit, lo que hace que los azúcares sean más solubles y más fáciles de eliminar. Como se mencionó anteriormente, las cubiertas de granos intactos forman un filtro natural, eliminando trozos de grano y proteína del mosto. En algunos sistemas de elaboración, la filtración ocurre en el túnel de maceración. En otros, todo el puré se bombea a un túnel de filtración especial (A.M.C.A, 1977).

Desde la etapa de lavado, el mosto se bombea al hervidor donde se hierva. Una ebullición vigorosa se mantiene durante sesenta minutos o más. Durante la ebullición, el mosto se esteriliza y se concentra a la densidad de azúcar adecuada, las proteínas que causan turbidez se eliminan (ruptura en caliente) y se produce una ligera caramelización que profundiza el sabor y el color de la cerveza. Una de las cosas más importantes que ocurre durante la ebullición es la adición de lúpulos. Los lúpulos para amargor se agregan temprano en el hervor, mientras que los de sabor y aroma se agregan más tarde.

Después de hervir, el mosto se bombea a través de un intercambiador de calor para enfriarlo lo más rápido posible a la temperatura de fermentación. El enfriamiento rápido minimiza el peligro de contaminación bacteriana y causa más neblina que hace que las proteínas se precipiten fuera del mosto (rotura en frío) (A.M.C.A, 1977).

La levadura se agrega una vez que el mosto ha alcanzado la temperatura deseada para la fermentación. Los cerveceros llaman liberación a la adición de levadura.

La humanidad se ha beneficiado de los productos de fermentación, pero desde el punto de vista de la levadura, el alcohol y el dióxido de carbono son solo productos de desecho. A medida que la levadura continúa creciendo y metabolizando el azúcar, la acumulación de alcohol se vuelve tóxica y eventualmente mata las células.

La mayoría de las cepas de levadura pueden tolerar una concentración de alcohol del 10-15% antes de ser sacrificadas. Esta es la razón por la cual el porcentaje de alcohol en vinos y cervezas es típicamente en este rango de concentración. Sin embargo, al igual que los humanos, diferentes cepas de levadura pueden tolerar diferentes cantidades de alcohol. Por lo tanto, los fabricantes de cerveza y el vino pueden seleccionar diferentes variedades de levadura para producir diferentes contenidos de alcohol en sus bebidas fermentadas, que van del 5 por ciento al 21 por ciento de alcohol por volumen. Para bebidas con mayores concentraciones de alcohol (como licores), los productos fermentados deben destilarse (Segal, 2010).

Continuando con el proceso de producción de cerveza, una vez que la levadura ha sido liberada, el mosto se puede llamar propiamente cerveza. La fermentación puede durar unos días o unas pocas semanas, dependiendo de la variedad de levadura y la fuerza de la cerveza. Durante el proceso, la levadura reproduce y luego metaboliza los azúcares, produciendo CO₂, alcohol y una gran cantidad de otros compuestos sabrosos y aromáticos que agregan complejidad a la cerveza. Durante el apogeo de la fermentación, la cerveza está cubierta por una espuma gruesa y cremosa. Una vez que los azúcares disponibles se han consumido, las células de levadura se agrupan o floculan y caen al fondo del fermentador. Con la fermentación completa de la cerveza, se elimina la levadura y se bombea la cerveza a un tanque de acondicionamiento donde se almacena

a temperaturas cercanas a la congelación. También puede agregar lúpulos en este punto, un paso conocido como “lúpulo en seco” que da a la cerveza un sabor y aroma extra de lúpulo. Una vez la cerveza es clara, lista para filtrar y empacar (A.M.C.A, 1977). El proceso de fabricación de cerveza se muestra en la figura 2.

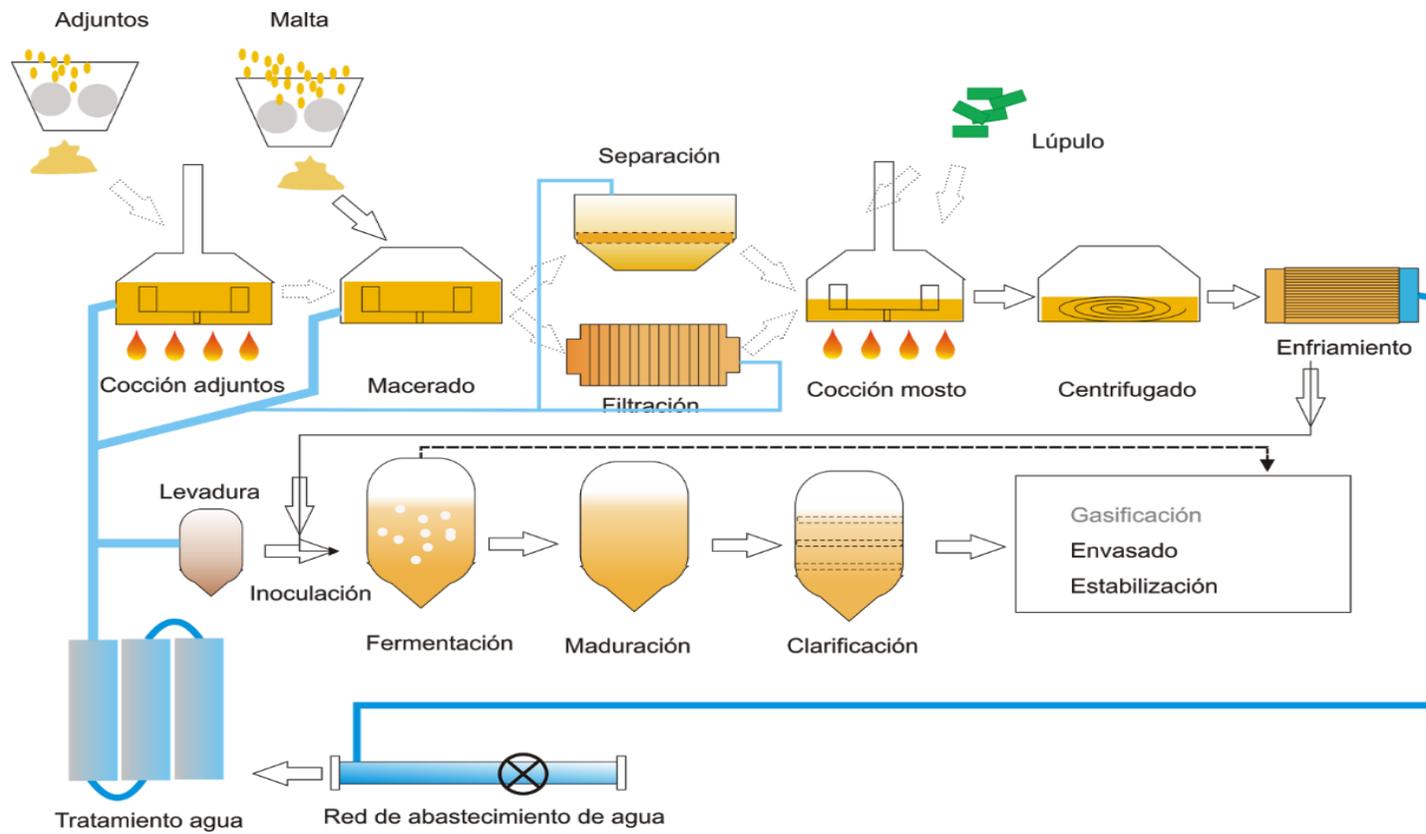


Figura 2. Proceso de producción de cerveza

Fuente: Creative Commons, 2015

2.3 Conceptual

2.3.1 El Agua

El agua es la materia prima en mayor proporción utilizada para la fabricación de cerveza. Sin embargo, solamente una parte de la cantidad de agua requerida es usada directamente en la cerveza, mientras que otra parte se requiere para limpieza, enjuague y otros propósitos. El consumo de agua fresca en las fábricas de cerveza varía en promedio entre 4 y 6 hl/hl de cerveza lista para la venta. Es por ello muy importante reducir el consumo de agua tanto como sea posible, puesto que no es usual que las micro-cervecerías cuenten con una planta depuradora de aguas (Esteve, 2013).

Todas las cervezas de color claro, generalmente tienen un pH entre 4.4 y 4.7. Cuanto menor es el pH, mejor es la estabilidad biológica. Por lo tanto, uno debe esforzarse por obtener el pH más bajo posible. Sin embargo, es más fácil decirlo que hacerlo. En particular, no es posible disminuir el pH por medio de una simple descarbonatación del agua de preparación con cal. El contenido de calcio del agua se reduce durante la descarbonatación. El resultado de esto es la reducción de la precipitación de fosfato de calcio en el macerado y, con ello, un aumento en la amortiguación. La descarbonatación también causa una disminución del pH en el macerado y, en consecuencia, una acción más fuerte de las enzimas proteolíticas que luego provoca un aumento en la creación de tampones. La descarbonatación con cal da así un mosto más ácido pero más fuertemente

tamponado. De ello se deduce que con un pH reducido como en el mosto de agua descarbonatada, se producirá menos ácido durante la fermentación que en el mosto de agua no tratada. En el análisis final uno tiene lo que a menudo experimentamos en la práctica: cervezas que apenas difieren en pH. El ejemplo del Pilsners original demuestra que la situación es realmente así. El agua de Pilsner contiene poca dureza de carbonato y es, con respecto al pH, un agua en su mayoría libre de carbonato con baja dureza permanente (Kohlbach, 2008).

a. Calidad del agua

El agua es el elemento vital de cualquier cerveza y por volumen comprende el 90 - 97% de cada litro, botella y lata de cerveza que bebemos. Como tal, la calidad del agua es de suma importancia en el proceso de elaboración de la cerveza y un factor determinante crítico en el sabor, la calidad y la repetibilidad del producto final que sale de la puerta de cualquier operación de la cervecería.

Al depender tanto de la calidad del agua que entra en nuestra cerveza, solo parece apropiado que el agua que ingresa a una fábrica de cerveza se controle y se pruebe de forma consistente para garantizar la pureza, la calidad y la consistencia antes de que se convierta en el componente más importante de elaborar cerveza. Pero el 100% del agua que se usa en la cervecería hace que pase por la línea de envasado. Cientos, si no miles de litros pueden salir de la cervecería como desechos en lugar de cerveza y

este flujo de efluentes puede tener un impacto ambiental significativo si no se tratan adecuadamente.

b. Conductividad

La conductividad es un parámetro crítico en el monitoreo de la calidad del agua (figura 3) que puede tener un gran impacto en el sabor de la cerveza. Los iones disueltos, como el calcio, el magnesio, el sulfato, el sodio, el bicarbonato y el cloruro, contribuyen a la conductividad del agua de elaboración entrante y contribuyen de manera acumulativa al nivel de conductividad de esta agua. Junto con el carbonato de calcio, estos iones también contribuyen a la dureza del agua, una medida que es análoga a la conductividad y puede tenderse para ayudar a perfeccionar la burtonización y, por lo tanto, distintos perfiles de sabor indicativos de varios estilos de cerveza (Burkert, 2015).



Figura 3. Conductividad de algunos líquidos

Fuente: Selectech, 2015

c. pH

El pH es un parámetro clave para medir y controlar la química del agua, sin embargo, su impacto en la cerveza se retrasa un poco más allá de la entrada. Donde el pH realmente cuenta está en la masa y, de hecho, es altamente dependiente de los iones que establecen la conductividad mencionados anteriormente. A medida que la mezcla reacciona al agua de entrada ajustada según la medición de conductividad, el monitoreo en línea del pH puede ayudar a eliminar el método de prueba y error / papel tornasol y aumentar la eficiencia y la repetibilidad de su proceso de mezcla.

El pH es un componente circular del sistema de monitoreo de salida. La fusión de productos químicos CIP, soluciones de limpieza, levadura, cerveza desechada y otros fluidos produce un efluente que debe neutralizarse antes de enviarse a los flujos de tratamiento municipal (Burkert, 2015). En la tabla 1 se presentan los efectos finales sobre la cerveza de los principales iones disueltos en agua.

Tabla 1

Efecto final sobre la cerveza de los principales iones disueltos en el agua

Ion	Niveles típicos en partes por millón (ppm)	Elaboración / Influencia en el sabor
Calcio	50 ppm	Estabiliza la actividad de la enzima alfa amilasa durante la maceración, ayuda a reducir el pH mediante la precipitación de fosfatos, precipita los oxalatos, desempeña un papel clave en la floculación y la sedimentación de la levadura.
Magnesio	No más de 30 ppm	Más soluble que el calcio, puede causar un sabor amargo en altas concentraciones.
Sodio / Potasio	Raramente presente a altas concentraciones	Se cree que el sodio tiene un sabor agrio / salado a niveles > 200 ppm. No tiene efecto sobre el pH porque los fosfatos son solubles.
Hierro Fe ³⁺ / Fe ²⁺	Debería ser menos de 0.2 ppm	Da un sabor amargo al hash y juega un papel importante en la oxidación de polifenoles y la formación de turbidez.
Cobre	Menos de 0.1 ppm	Un ion importante en la nutrición de la levadura.
Zinc	0.1 - 0.15 ppm	Un oligoelemento más importante en el mosto, ayuda a la síntesis de proteínas en las células de levadura. La deficiencia de zinc causa fermentaciones lentas / pobres.
Manganeso	Menos de 0.05 ppm	Un ion importante en la nutrición de la levadura.
Sulfato	Niveles bajos en lager de hasta 600 ppm en IPA tradicionales.	Los niveles altos de hasta 600 ppm en el agua Burton realzan el sabor amargo seco en las ales, pero la dureza en las lagers. Niveles más normales en cervezas son 2-300 ppm
Cloruro	Por encima de 300 ppm	Contribuye a dar un paladar más suave y lleno.
Bicarbonato	Como regla general, el agua para la lager debe ser <50 ppm, ales <150 ppm, aunque los niveles han sido más altos en cervezas oscuras y stouts.	Los altos niveles de bicarbonato conducen a niveles más altos de pH durante todo el proceso.
Nitrato	El nivel legal máximo es de 50 ppm en agua potable y cerveza.	Los niveles altos indican el ingreso de agua superficial de las tierras agrícolas; Puede venir de malta y lúpulo; implicado en la formación de Compuestos Nitrosos Totales Aparentes (ATNCs) por bacterias reductoras de nitrato.
Nitrito	Nivel máximo legal de 0.1 ppm.	Puede indicar la contaminación del agua por aguas residuales y es tóxica para las levaduras.

Fuente: Buttrick, 2009

2.3.2 Cebada

En términos botánicos, el grano de cebada representa un tipo de fruto indehisciente llamado cariopsis. Las cariopsis se desarrollan a partir de espiguillas, que están unidas al raquis del pico por estructuras cortas llamadas rachillas. El grano de cebada tiene una forma alargada y se divide longitudinalmente a la mitad por un pliegue que se extiende sobre el conjunto longitud del grano (Figura 4A). El pliegue marca el lado ventral del grano, y el lado opuesto se llama lado dorsal. El final del grano donde el embrión se encuentra conectado al raquis.



Figura 4. Apariencia de un grano de cebada (A: ventral y B: dorsal)

Fuente: Grunde, 2014

La cebada (figura 4) puede ser de dos hileras o de seis hileras y descascarada o sin cáscara. El tipo de cebada utilizado puede dar lugar a diferencias en el consumo de alimento, la eficiencia del alimento y la calidad del malteado. Las variedades de cebada de dos hileras producen menos granos, pero más grandes por planta que las variedades de seis hileras, por lo que la cebada de dos hileras generalmente resulta en una mejor eficiencia de alimentación en la calidad del ganado y del malteado. Estas diferencias pueden, en cierta medida, estar relacionadas con la gordura del núcleo. Los granos de variedades de seis hileras tienden a ser menos gruesos, especialmente cuando se producen en condiciones relativamente secas. Esto puede dar como resultado un contenido reducido de almidón con un mayor contenido de proteínas y fibra. Esto se debe a que el almidón representa una parte inferior del peso total del kernel. Los carbohidratos fibrosos son menos digestibles que el almidón y, por lo tanto, producen menos energía disponible para el ganado y las aves de corral. Las variedades de dos filas han tendido a producir rendimientos de grano en general más bajos que sus contrapartes de seis filas; sin embargo, esto está cambiando con el desarrollo de variedades de dos hileras de alto rendimiento tanto para los mercados de malteado como de alimentación (Collazos et al., 2014).

Las partes más importantes del grano de cebada son el endospermo, el embrión y sus capas de cobertura de origen materno (Figura 4B). El endospermo consiste en un endosperma amiláceo y una capa de aleurona

circundante. El endosperma amiláceo forma la parte morfológica más grande del grano de cebada que comprende el 75% de su peso. La función del endosperma almidonado es servir como un almacenamiento de nutrientes para el embrión en crecimiento durante la germinación. Es compuesto de células muertas que carecen de núcleos y contienen gránulos de almidón incrustados en una matriz de proteínas de almacenamiento (Meale, 2015).

La forma de la celda varía en los diferentes partes del endospermo amiláceo, siendo irregular en los flancos, prismático entre el pliegue y el lado dorsal del grano y más pequeño y regular en tamaño en la subaleurona, que es la capa más externa del endospermo amiláceo. Las células de subaleurona contienen más proteína de almacenamiento que otras células endospermas amiláceas (Holopainen, 2015).



Figura 5. Siembra de cebada

Fuente: Meale, 2015

En general, la cebada se almacena durante un corto período de tiempo en refugios o depósitos para no verse afectada por la lluvia u otros eventos climáticos adversos. Generalmente entre el 90 - 97.6% de los agricultores almacenan cebada bajo techo, 1.9 - 2.4% dejan el cultivo fuera de las áreas cerradas. La cebada se almacena en bolsas (0- 3.8% de los agricultores) o en bruto (96.2 -100%) (F.A.O, 2004).

2.3.3 Adjuntos

Los adjuntos son fuentes de almidón o azúcares simples. Se distinguirán los cereales que están malteados de los que no. Los cereales adjuntos malteados utilizados en la fabricación de cerveza artesanal son el trigo, la avena y el centeno. Todos ellos poseen poder diastático. El trigo es el único que se utiliza en porcentajes elevados, pudiendo llegar hasta el 75% en cervezas de trigo. También se pueden utilizar estos cereales además del maíz y arroz crudos o en copos. El porcentaje máximo de estos adjuntos sin maltear no debe superar el 20% del peso total de los cereales utilizados en la receta, para que todo el almidón pueda ser convertido por las enzimas aportadas por la malta de cebada.

Por otro lado, están los adjuntos líquidos que son los caramelos, jarabes, azúcar invertido, etc. Normalmente se encuentran presentes en ciertos estilos de cerveza, pero no son muy habituales. Normalmente son añadidos después de la maceración durante el proceso de cocción (Almajano, 2015).

a. La quinua

Según investigaciones científicas, el origen de la quinua está en las proximidades del lago Titicaca y desde allí el cultivo se extendió a todos los países andinos (figura 6). Durante 7000 años, los pueblos indígenas han mantenido, controladas, protegidas y preservadas diferentes variedades de quinua en diversas zonas ecológicas en bancos naturales de germoplasma. Debido a su alto valor nutricional para la alimentación, los pueblos indígenas y los investigadores lo llaman "el grano de oro de los Andes". En Perú, estudiando la diversidad genética de la colección de germoplasma de quinua se identificaron cinco subcentros de diversidad, uno ubicado en el altiplano de Puno, que alberga la mayor diversidad genética de tamaños, colores y sabores, y los otros cuatro en los valles de las regiones de Junín, Cusco, Ayacucho y Apurímac (I.N.I.A., 2015).



Figura 6. Plantaciones de quinua

Fuente: El país, 2017

En las tierras altas de los Andes, las variedades más extendidas son las quinuas amargas y dulces, de grano pequeño a mediano, porque la quinua se consume comúnmente en sopa, gachas y "pesk'e" (un plato típico hecho con quinua, leche y queso). Las variedades preferidas en los mercados nacionales e internacionales son las que tienen granos grandes y colores claros. Sin embargo, existe una demanda creciente de granos amarillos, rojos y negros. Para la quinua que está perlada y en escamas, es crucial que el grano debe ser grande. Sin embargo, para la producción de harina, el tamaño del grano es importante pero no decisivo (I.N.I.A., 2015). Los tipos de quinua antes mencionados se describen a continuación y se pueden observar en la figura 7.



Figura 7. Quinua blanca, roja y negra

Fuente: I.N.I.A., 2015

- Quinua blanca: Este es el tipo de quinua más común disponible en las tiendas, por lo que a menudo lo verá simplemente llamado quinua. A veces también se llama quinua de marfil.

- Quinua roja: Los cocineros informan que la quinua roja mantiene su forma después de cocinarla un poco mejor que la quinua blanca, por lo que es más adecuada para ensaladas frías u otras recetas donde es especialmente deseable un grano distinto.
- Quinua negra: Un poco más terrosa y más dulce que la quinua blanca, la quinua negra mantiene su llamativo color negro cuando se cocina.

- **Composición nutricional de la quinua**

El contenido nutricional de la quinua se muestra en la figura 8. En la tabla 2 se tiene una comparación nutricional de la quinua con otros cereales (en 100 g), podemos darnos cuenta que si bien, el arroz y el trigo tienen un mayor aporte energético, el contenido proteico de la quinua es superior. Además, se muestran los índices de grasa, carbohidratos y fibra dietética, respectivamente.

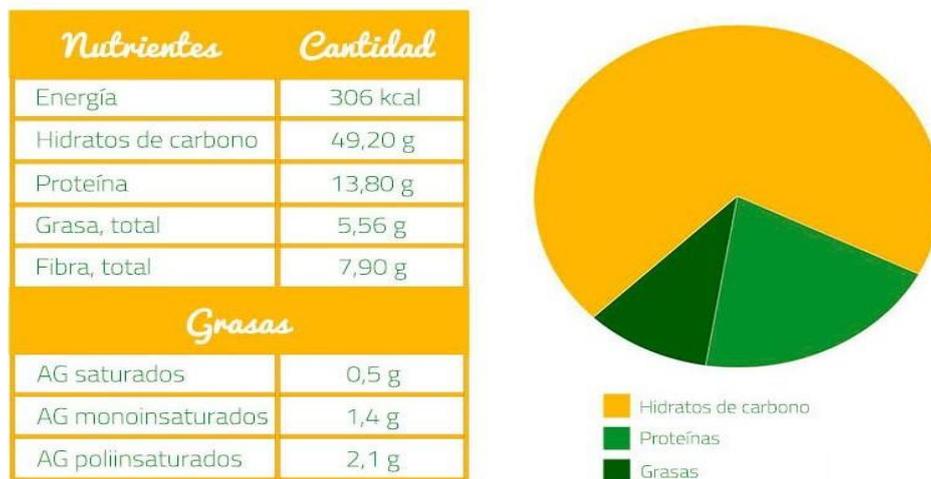


Figura 8. Composición nutricional de quinua

Fuente: Peso Justo, 2017

Tabla 2

Comparación nutricional de la quinua y otros cereales

100 gr	Quinua	Arroz	Trigo
Energía (Kcal)	306	387	314
Proteína (g)	13.8	7	11.7
Grasa (g)	5.5	0.9	2
Carbohidratos (g)	49.2	86	61
Fibra dietética (g)	7.9	0.2	10.3

Fuente: Nutrición y Cocina, 2017

b. Lúpulo

Hop o lúpulo (*Humulus lupulus* – Figura 9) es una vid trepadora perteneciente al género *Humulus* de la familia Cannabaceae, orden Urticales. Los antiguos taxónomos incluían el género *Humulus* en la familia de las moreras (*Moraceae*). El nombre del género *Humulus* tiene su origen en el término eslavo para lúpulo, que luego fue latinizado. El lúpulo es una planta perenne dioica perteneciente al hemisferio norte. Crece vigorosamente desde fines de abril hasta principios de julio en la zona de clima templado (Koetter, 2010).

De la inmensa producción de biomasa, las inflorescencias (strobiles) son la única parte de la planta de lúpulo que se utiliza. Excepto por el uso de brotes jóvenes, que se comen en ensaladas, no hay uso humano para los tallos, las hojas, los rizomas y las raíces. Las partes aéreas (aéreas) se compostan y se utilizan para la fertilización de los campos. Las partes bajo

tierra (raíces, rizomas) permanecen en el suelo para la próxima temporada de crecimiento (Koetter, 2010).

Cuando la elaboración de la cerveza no se realiza de acuerdo con la ley de pureza alemana para la cerveza, la adición de lúpulos modificados es posible al final del proceso. Durante el proceso de elaboración de cerveza, los compuestos de lúpulo se someten a isomerización. Las sustancias han sido identificadas y se sabe que estos isómeros se pueden formar por modificación catalítica fuera de la fábrica de cerveza. Alrededor del 10% de la cosecha anual de estróbilos del lúpulo se utiliza para este fin en la actualidad.



Figura 9. Humulus lupulus

Fuente: Koetter, 2010

- **Tipos de lúpulo**

En la tabla 3 se lista una amplia variedad de lúpulos, de los cuales algunos son utilizados para darle aroma a la cerveza, así como otros para darle aroma. También existe un grupo que sirve en ambos casos.

2.3.4 Levadura

Se ha dicho que la levadura es más conocida por lo que puede hacer que por lo que es. Hasta hace relativamente poco, este era ciertamente el caso y, por lo tanto, los primeros cerveceros debían, en general, contentarse con medir la condición de levadura sobre la base de las relaciones observadas entre el comportamiento y la apariencia morfológica. El tamaño celular promedio de una cepa de levadura particular no es constante, pero varía según la etapa en el ciclo de crecimiento, las condiciones de crecimiento y la edad de la célula individual (Poveda, 2018).

a. Tipos de levadura

Principalmente se diferencian por el uso que se les da en la elaboración de cerveza. La clasificación se detalla a continuación.

- Levadura Ale

Su nombre científico es *Saccharomyces Cerevisiae*. Técnicamente hablando, las levaduras Ale se definen más ampliamente como "levadura de fermentación máxima". Esto significa que la levadura trabaja para metabolizar y fermentar la cerveza en la parte superior del tanque de fermentación (cerca de la superficie del mosto). Vamos a entrar en más detalles en breve (The Brew Enthusiast, 2018).

Tabla 3
Tipos de lúpulo y su origen

Nombre	Origen	Tipo	Nombre	Origen	Tipo
Admiral	UK	Amargor	Magnum	Alemania	Amargor
Ahtanum	US	Aroma	Mt. Hood	US	Aroma
Amarillo Gold	US	Aroma	Northdown	UK	Ambos
Aquila	US	Aroma	Northern Brewer	Alemania	Ambos
Banner	US	Amargor	Nugget	US	Amargor
Bramling Cross	UK	Aroma	Orion	Alemania	Ambos
Brewers Gold	UK	Amargor	Pacific Gem	Nueva Zelanda	Amargor
Bullion	UK	Amargor	Pearle	Alemania	Amargor
Cascade	US	Ambos	Phoenix	UK	Amargor
Centennial	US	Amargor	Pilgrim	UK	Amargor
Challenger	UK	Aroma	Pioneer	UK	Ambos
Chinook	US	Amargor	Pride of Ringwood	Australia	Amargor
Columbus			Progress	UK	Aroma
(Tomahawk)	US	Amargor	Saaz	República Checa	Aroma
Comet	US	Amargor	Santiam	US	Aroma
Crystal	US	Aroma	Select Spalt	Alemania	Aroma
Eroica	US	Amargor	Southern Cross	Nueva Zelanda	Ambos
First Gold	UK	Ambos	Spalter	Alemania	Aroma
Fuggles	UK	Aroma	Sterling	US	Ambos
Galena	US	Amargor	Sticklebract	Nueva Zelanda	Ambos
Glacier	US	Aroma	Strisselspalt	Francia	Aroma
Goldings, B. C.	Canadá	Aroma	Styrian Goldings	Eslovenia	Aroma
Goldings, East Kent (EK)	UK	Aroma	Sun	US	Amargor
Green Bullet	Nueva Zelanda	Amargor	Super Alpha	Nueva Zelanda	Amargor
Hallertauer,	Alemania	Aroma	Target	UK	Amargor
Hersbrucker			Tettnang	Alemania	Aroma
Hallertauer, Mittelfrueh	Alemania	Aroma	Tradition	Alemania	Amargor
Hallertauer, New Zealand	Nueva Zelanda	Ambos	Ultra	US	Aroma
Herald	UK	Amargor	Vanguard	US	Aroma
Horizon	US	Amargor	Warrior	US	Ambos
Liberty	US	Aroma	Whitbread		
Lublin	Polonia	Amargor	Golding Var (WGV)	UK	Aroma
			Willamette	US	Aroma
			Zeus	US	Amargor

Fuente: BeerSmith, 2017

- **Levadura Lager**

El nombre científico de esta levadura es *Saccharomyces Ovarum*. Por el contrario, las levaduras Lager se definen más ampliamente como "levadura de fermentación inferior". Esto significa que la levadura metaboliza y fermenta el mosto en el fondo del tanque de fermentación, lejos de la superficie. Al igual que Ales, todos los Lager son hechos así (The Brew Enthusiast, 2018).

2.3.5 Fabricación de la malta

Después de la cosecha, la cebada debe prepararse para el almacenamiento durante su período de inactividad, antes de la conversión a la malta, en condiciones que minimicen el riesgo de infestación insectos, ataque de hongos, etc. Para lograr esto, es necesario secar el grano verde húmedo de los campos, para el almacenamiento a largo plazo, hasta un contenido de humedad del 12%.

Los granos con niveles de humedad entre 10% y 12% pueden almacenarse durante largos períodos, aunque el secado inicial de hasta 15% a 16% podría ser aceptable, siempre que el grano sea almacenado por períodos cortos, y preferiblemente enfriado. Cuando la cebada llega a una planta de malteado, se prelava rápidamente para eliminar impurezas antes de pasar al secador o a los silos de almacenamiento. La limpieza previa consiste en proceso de tamizado aproximado combinado con, o seguido por, aspiración de la corriente de grano con un flujo de aire. En esta etapa, elementos como

hojas, paja, piedras, terrones de tierra, las arcillas de cebada y otros materiales ligeros se eliminan (Guido et al., 2015).

El material ligero se elimina con la ayuda de limpiadores y separadores, cuyos tamices tienen una mayor eficiencia que aquellos instalados en la etapa de prelimpieza. Finalmente, en el equipo de tamizado, la cebada para maltear es clasificada por tamaño (ancho) en diferentes categorías, por ejemplo, tamaños de grano de más de 2,5 mm, 2.2 a 2.5 mm, y menos de 2.2 mm. Granos rotos y granos de menos de 2,2 mm ancho, son eliminados como pruebas de detección, se pueden recoger en un silo para su uso final como alimento animal. Es importante que todas estas tecnologías estén equipadas con un sistema de extracción de polvo para minimizar el riesgo de explosiones de polvo.

La cebada que se ha procesado lista para maltear se almacena en contenedores circulares de acero de gran capacidad, dando la máxima versatilidad en la separación de variedades. Una pesadora automática en esta sección controla la cantidad de cebada y ayuda con los registros de existencias. Si se almacena durante períodos más largos, se pueden usar silos de hasta 4000 m³ (figura 10).



Figura 10. Producción de malta

Fuente: ClubDarwin, 2012

2.4 Definición de términos básicos

- **Anaerobio**

Microorganismo capaz de metabolizar sin consumir oxígeno. Está presente en el proceso de elaboración de cervezas con levaduras de baja fermentación o Lagers (A.M.C.A, 1977).

- **Burtonización**

Preparación del agua para cerveza con una adición de sulfato cálcico para endurecerla de modo que se aproxime a las características del agua de Burton on Trent en Inglaterra, donde nació el estilo Pale Ale (Los Cervecistas, 2017).

- **Cepas**

Distintas variantes dentro de una misma especie de levaduras con cierto tipo de nutrientes (azúcares y otros) y diferente capacidad fermentativa, que dan a la cerveza un perfil sensorial característico (A.M.C.A, 1977).

- **Desmineralizar**

El agua desmineralizada es agua completamente libre (o casi) de minerales disueltos como resultado de uno de los siguientes procesos: destilación, desionización, filtración por membrana (ósmosis inversa o nanofiltración), electrodiálisis u otras tecnologías. La cantidad de sólidos disueltos en el agua que ha seguido uno de estos procesos podría ser tan baja como 1 mg / L y, en cualquier caso, siempre es inferior a 10 mg / L. La conductividad eléctrica es generalmente inferior a 2 mS / m y puede ser incluso menor (<0.1 mS / cm) (Lenntech, 2016).

- **Dureza**

El agua dura es agua que contiene cationes con una carga de +2, especialmente Ca^{2+} y Mg^{2+} . Estos iones no representan una amenaza para la salud, pero pueden participar en reacciones que dejan depósitos minerales insolubles. Estos depósitos pueden hacer que el agua dura sea inadecuada para muchos usos, por lo que se han desarrollado diversos medios para "ablandar" el agua dura; es decir, eliminar los iones de calcio y magnesio (Casiday et al., 2014).

- **Enzimas**

Una sustancia que actúa como un catalizador en organismos vivos, regulando la velocidad a la cual las reacciones químicas proceden sin que se altere en el proceso (A.M.C.A, 1977).

- **Maceración**

La maceración es un proceso enzimático, ya que son las enzimas en la malta las cuales convierten el almidón en azúcar fermentable. Dentro de la maceración se emplean diferentes rangos de temperaturas, cada rango activa y desactiva diferentes enzimas y es por medio de las temperaturas que el cervecero controla el proceso para obtener los resultados que se esperan. Todo esto lo explicare a detalle más adelante (Verema, 2015).

- **Pasteurización**

La pasteurización, es un proceso al que son sometidos ciertos líquidos como la leche, para eliminar agentes patógenos que podrían enfermar a las personas al consumirlos. Gracias a su uso, las infecciones e intoxicaciones alimentarias cada vez son menores (Verema, 2015).

- **Turbidez**

La turbidez de la cerveza es un parámetro que se monitorea constantemente en muchas cervecerías. Varias sustancias pueden causar turbidez en la cerveza, pero el problema más frecuente se debe a una reticulación de micronutrientes conocidos como polifenoles y proteínas.

Estos elementos están siempre presentes en la cerveza y contribuyen a la turbidez cuando se combinan para formar partículas insolubles (Hanna Instruments, 2018).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

La elaboración de una cerveza artesanal funcional es posible en función a las etapas del proceso productivo y a los parámetros de producción de la cerveza.

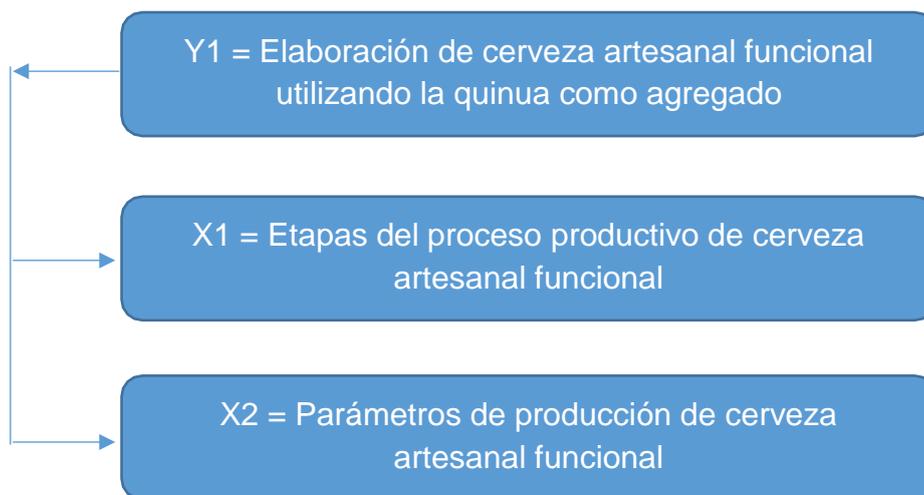
3.1.2 Hipótesis específicas

- a) El proceso productivo consta básicamente de las siguientes etapas: maceración, cocción, fermentación, maduración y embotellado.
- b) Los parámetros que influyen en la producción de la cerveza artesanal cuentan con un pH entre 5.2 y 5.5, un grado alcohólico entre 4 y 4.5%, un tiempo de maduración entre 7 y 14 días, una densidad entre 1.005 y 1.015 g/mL y deberá ser elaborada con quinua blanca como agregado funcional.

3.2 Definición conceptual de variables

La presente investigación se caracterizó por ser longitudinal, estudiando la variable a lo largo del tiempo establecido, por ser éste el determinante en la relación causa efecto.

Por su naturaleza, todas las variables identificadas fueron del tipo cualitativo, por su dependencia, Y es dependiente, y las variables X1 y X2 son independientes. Es decir: $Y=f(X1, X2)$.



3.3 Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables de investigación se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Operacionalización de variables

VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Y = Elaboración de cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado	- Descripción - Descripción - Descripción	- Descripción - Descripción - Descripción	Experimentación Pruebas organolépticas
VARIABLE IND.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X1 = Etapas del proceso productivo de cerveza artesanal funcional	- Descripción - Descripción - Descripción	- Descripción - Descripción - Descripción	Experimentación
X2 = Parámetros de producción de cerveza artesanal funcional	- Potencial de hidrógeno - Grado alcohólico - Densidad - Masa - Tiempo - Volumen	- pH - % - slug/pie - L - Cantidad de quinua en Kg - Días - %CO ₂	Experimentación

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$\text{Ecuación: } Y=f(X1, X2)$$

IV.- DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Según los objetivos del presente trabajo, el propósito de la investigación y la naturaleza de los problemas, este estudio reunió antecedentes suficientes para ser calificado como una investigación experimental pues propuso experimentaciones para obtener rangos adecuados, usando el análisis de los mismos con un método de cálculo apropiado.

La presente investigación obedeció a un modelo experimental. Aquí se buscó relacionar a las variables a través de un proceso sistemático y controlado.

Se estableció un programa para el recogimiento de datos:

- a. Recolección de la información bibliográfica.
- b. Selección del método.
- c. Trabajo de pruebas experimentales.
- d. Presentación.

El diseño experimental se resume en la figura 11

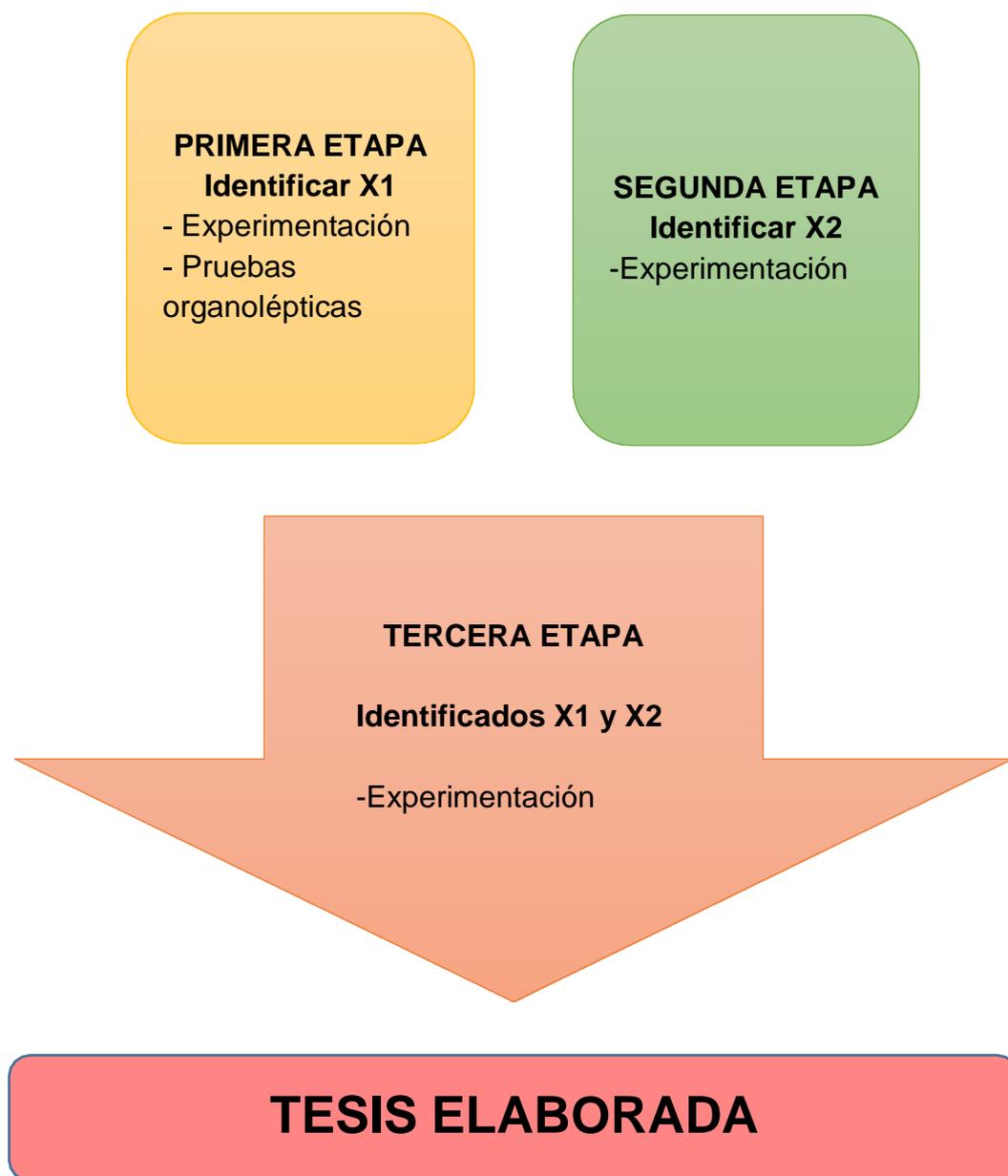


Figura 11. Diseño de la investigación

Fuente: Elaboración propia

4.2 Método de investigación

Primera etapa: Proceso productivo de cerveza artesanal funcional

a. Limpieza de los equipos

Esta etapa inicial constó del calentamiento de 30 L de agua en el equipo 1, para luego agregar 750 g de soda caustica. Luego se procedió a mover lentamente con una espátula de acero, para lograr homogenizar.

Para poder remover la soda, se hizo un enjuague con agua fría. Seguidamente, se agregó como agente antimicrobiano, una solución de ácido peracético (4mL por cada 15 L de agua). Se realizó un último enjuague con agua fría para poder dar inicio a la producción.

Finalmente, este procedimiento fue utilizado para todos los equipos (figuras 12 y 13), excepto el intercambiador de calor.



Figura 12. Equipos del sistema de producción de cerveza artesanal I. De izquierda a derecha: hervidores de 30 y 50 L, macerador y Whirlpool

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Equipos del sistema de producción de cerveza artesanal II. De izquierda a derecha: tanque de agua y filtros, fermentador y chiller

Fuente: Elaboración propia

b. Calentamiento de agua

Se calentó 20 L de agua en el equipo 1 hasta 35°C. En el equipo 2 se calentaron 45 L a 80°C para el enjuague de los equipos.

c. Preparación del grano

Se molieron los granos (figura 14). El fin es reducir el interior de los granos, pero manteniendo la integridad de la cáscara. Esta es una etapa paralela a la anterior (calentamiento de agua).

d. Maceración

En esta etapa se utilizó la técnica de maceración escalonada. Esto consiste inicialmente en mezclar el agua del equipo 1, a 35°C, con la malta molida hasta lograr una mezcla homogénea (en el equipo 3). Como se aprecia en la figura 15, se debe llevar la mezcla a fuego lento y por tiempos específicos hasta 72°C. En este momento se realizó la prueba de lugol, que sirvió para verificar la conversión completa del almidón de la malta. Cuando el test resultó positivo (tinción color marrón para positivo y violáceo cuando es negativo) se agregaron los adjuntos (se extrajo 1L del mosto y se disolvieron 4 sobres de levadura en él, que regresaron al macerador, además se añadieron el agregado de quinua a 30°C). El agregado de quinua que se agregó en los 8 lotes tuvo diferentes cantidades, y se muestran en la tabla 5.

Posteriormente, la mezcla se llevó hasta 76 °C, a partir de donde se llevará a cabo la siguiente etapa (figura 16).

Tabla 5

Composición de los diferentes agregados de quinua

Número de lote	Volúmen de agua (L)	Masa de quinua (kg)
1	3	0.5
2	3	0.5
3	3	0.5
4	4.3	0.7
5	5.5	1
6	6.8	1.2
7	7.7	1.3
8	8.6	1.4

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Molienda de la malta

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Esquema de maceración escalonada

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Homogenización en la maceración

Fuente: Elaboración propia

e. Cocción

En esta etapa, la mezcla debe llevarse al equipo de cocción y mantenerse a 100°C por 60 minutos. Esta es la etapa en la cual se agregó el lúpulo Chinook a inicios de la cocción. A los 55 minutos se añadió el lúpulo Citrac, para luego realizar el Whirlpool por 1 minuto. Al final de esta etapa se asentó la mezcla (reposo) por 10 minutos.

f. Enfriamiento

Se realizó un enfriamiento rápido entre 25 a 30°C a través del intercambiador de placas, para luego llevar la mezcla al fermentador.

g. Medición de la densidad

En esta etapa se tomaron muestras, y se midió la densidad con un densímetro (figura 17). La densidad de las muestras debió estar entre 1045 y 1060 SG (slug/pe³). Cuando la densidad sobrepasó este último valor, se procedió a agregar agua filtrada, según el nivel del fermentador.

h. Adición de la levadura

Luego de verificar la densidad, se debe agregar la levadura inoculada y se debe cerrar la tapa del fermentador. Seguidamente, se colocó una botella airlock con alcohol (3/4 de botella) y se abrió la llave de liberación de CO₂.



Figura 17. Medición de la densidad

Fuente: Elaboración propia

i. Fermentación y maduración

Finalmente, se dejó la cerveza en reposo por alrededor de 15 días. Los 6 primeros días se mantuvo la temperatura del fermentador a 24°C, los días 7 y 8 a 20°C, los días 9 y 10 a 15°C, los días 11 y 12 a 10°C y, por último, los días 13, 14 y 15 a 2°C (variando la temperatura del chiller en cada día). Cumplido este tiempo se procedió a retirar la levadura asentada en el recipiente y a realizar las mediciones correspondientes a la segunda etapa.

j. Embotellado de la cerveza

Realizadas las medidas de los parámetros correspondientes a la segunda etapa de la investigación, se procedió a embotellar la cerveza. Para ello, se

utilizó un barril Cornelius de 20 L, que fue desinfectado con ácido peracético, al igual que sus conectores.

El barril fue cargado con la cerveza helada y se le inyectó CO₂ a una presión de entre 60 y 70 psi, para una adecuada absorción del gas. Estas inyecciones se hicieron 3 veces y cada una duró aproximadamente 60 segundos. Entre cada intervalo se agitó el barril.

El barril fue enfriado nuevamente hasta 0°C, se bajó la presión entre 30 y 40 psi. Se realizaron las conexiones respectivas con el equipo de embotellado y se empezó el llenado de las botellas. Luego de ello, las botellas fueron enchapadas (figura 18).



Figura 18. Producto final del proceso

Fuente: Elaboración propia

Segunda etapa: Determinación de las características fisicoquímicas de la cerveza artesanal

En esta etapa se utilizaron diferentes métodos de análisis (se detallan en la tabla 6). Para ello se tomaron muestras de acuerdo a lo calculado en el punto 4.3.2 (376.94 mL), de cada lote.

Tabla 6

Parámetros de la cerveza artesanal y su método de análisis

Parámetro	Método de análisis
% de alcohol	AOAC 1 (1980)
Densidad	Lectura directa
pH	Lectura directa
Color	AOAC 1 (1980)
Amargor	AOAC 1 (1980)

Fuente Rodríguez, 2003

a. Determinación del grado alcohólico de la cerveza artesanal

Para la determinación de este parámetro se hizo uso del método siguiente:

➤ Preparación de la muestra.

Fue necesaria la eliminación del CO₂ de la cerveza. Para ello se colocaron 100 mL de cerveza en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, y se agitó hasta que quedó sin gas.

➤ **Procedimiento.**

Sobre los 100 mL de muestra se añadieron 50 mL de agua de enjuague, 0.1g de CaO para evitar el exceso de espuma. Toda la mezcla se trasvasó a un balón de destilación, que se colocó sobre un mechero de bunsen y estuvo conectado a un condensador (figura 19). El alcohol destilado se recogió en una probeta. Finalmente, se realizó la medición del porcentaje de alcohol con la ayuda de un alcoholímetro (figura 20).



Figura 19. Equipo de destilación

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Medición del grado alcohólico

Fuente: Elaboración propia

b. Densidad y pH

En ambos casos se realizó la lectura directa de la densidad y pH en las muestras. Para ello se hizo uso de un densímetro y un pHmetro digital, respectivamente.

c. Amargor

Se siguió el procedimiento presentado en “AOAC: Official Methods of Analysis (1980)”, y se muestra en la figura 21

En la etapa inicial se realizó la extracción de las sustancias amargas de la cerveza. Para ello, se centrifugaron 10 mL de cerveza helada (10°C) con

20 mL de iso-octano, acidificado con 1 mL de HCl 3N, a 3000 rpm, por aproximadamente 15 minutos.

Se tomó la fase orgánica y se midió la absorbancia a una longitud de onda de 275 nm. Las unidades de amargor se hallaron mediante la siguiente relación:

$$^{\circ}IBU = 50 \times A_{275}$$

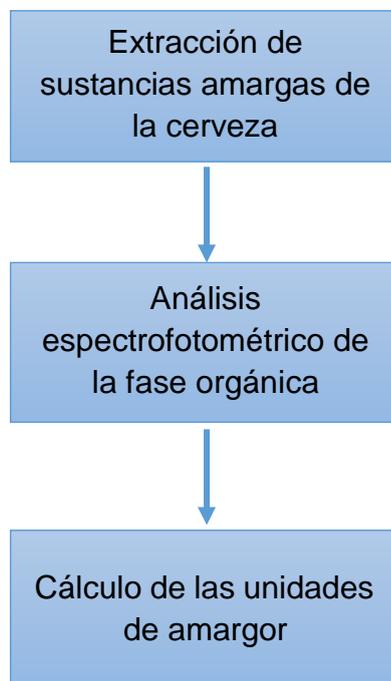


Figura 21. Procedimiento para encontrar las unidades de amargor

Fuente: Elaboración propia

d. Color

De acuerdo al procedimiento del manual “AOAC: Official Methods of Analysis (1980)”, para este análisis se utilizó también un método espectrofotométrico.

Se desgasificó un poco de muestra en un matraz Erlenmeyer y se realizó la medición de absorbancia en una celda de 1 cm a 430 y 700 nm. Cuando la relación $\frac{A_{430}}{A_{700}}$ fue superior a 25, se pudo decir que la muestra estuvo libre de turbidez, y por lo tanto se realizó una medición real del color.

Las unidades de color se calcularon de acuerdo a la relación siguiente:

$$^{\circ}EBC = 25 \times A_{430}$$

e. Contenido proteico de la cerveza artesanal funcional

Para verificar si realmente la cerveza artesanal elaborada presentaba un aporte nutricional, diferenciándola de una cerveza tradicional, se realizó un análisis de proteínas totales. Se siguió la metodología de: Métodos de Cuantificación de Proteínas, de la Universidad de Córdoba.

Se hizo uso del método de Bradford, que consiste en acomplejar el Cu^{2+} con los enlaces peptídicos de las proteínas totales presentes en la muestra de cerveza, y que forman un complejo coloreado que absorbe radiación UV a 595 nm. El reactivo acomplejante fue el reactivo de Bradford, que es una combinación de Azul de Coomasie G-250, ácido fosfórico (medio) y etanol.

➤ Procedimiento

La curva de calibración estuvo representada por cinco puntos de patrones de albúmina con las concentraciones siguientes: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 mg/mL. Todas estas cantidades fueron disueltas en agua destilada hasta 100 mL y acomplejadas con 1 mL del reactivo de Bradford.

Por otro lado, se tomaron 10mL de muestra y fueron disueltos hasta 50mL con agua desionizada, para luego tomar 1mL de la solución preparada y diluirlo hasta 100 mL, también en agua desionizada. Finalmente, el factor de dilución es 100.

A partir de las absorbancias obtenidas para cada punto de la curva de calibración, se realizó una regresión lineal para la curva, a partir de la cual se realizó el cálculo para obtener la cantidad de proteína en 100mL de cerveza artesanal funcional.

Tercera etapa: Análisis sensorial y estadístico

Los datos obtenidos para cada muestra fueron sometidos al procesamiento estadístico que se menciona en el apartado 4.5. También, se realizó un análisis sensorial a cargo de un panel de cata de cerveza (conformado por siete especialistas de la Universidad Le Cordon Bleu). Las cualidades calificadas en base a la Escala Hedónica de nueve puntos (tabla 7) fueron las siguientes:

- Vista
 - Sensaciones visuales: Color, limpidez, fluidez, efervescencia.

- Olfato
 - Sensaciones olfativas: Aroma, buqué.

- Gusto
 - Sensaciones olfativas: Aroma de boca.

- Sensaciones gustativas: Sabor o gusto.
- Sensibilidad química: Astringencia, causticidad, picante.
- Sensaciones táctiles: Consistencia, liquidez, untuosidad, fluidez.

Tabla 7

Escala hedónica de nueve puntos

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	+4
Me gusta mucho	+3
Me gusta bastante	+2
Me gusta ligeramente	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta ligeramente	-1
Me disgusta bastante	-2
Me disgusta mucho	-3
Me disgusta muchísimo	-4

Fuente: Castañeda, 2013

4.3. Población y muestra

Debido a la naturaleza de la investigación, la población fue igual a la muestra, representada por la cerveza artesanal a base de quinua. Cada

lote preparado fue de 20L de cerveza, del cual se tomaron las alícuotas para el respectivo análisis.

Muestra = Población = 20 L preparados

4.4 Lugar de estudio y período desarrollado

Las pruebas experimentales se desarrollaron en la miniplanta de cerveza artesanal ubicada en Calle Lambda 144, Mz: C19 Lt:8, AA. HH, Bocanegra Callao, El período de desarrollo estuvo comprendido entre los meses de enero y julio del año 2019.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Técnicas

- a. Revisión de bibliografía
- b. Observación
- c. Experimentación

Materiales y equipos

a. Materia prima

Las materias primas utilizadas en el proceso experimental se detallan en la tabla 8. En las figuras 22, 23 y 24 se pueden apreciar dichas materias primas.

Tabla 8

Materias primas utilizadas en la preparación de cerveza artesanal funcional

Materias Primas	Unidades
Malta Pale Ale	kg
Malta Cara Amber	kg
Lúpulo Chinook	kg
Lúpulo Citra	kg
Levadura Fermentis	g
Agregado de Quinua	L
Agua	L

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Tipos de malta utilizadas en el proceso. De izquierda a derecha:

Malta Pale Ale y Cara Amber

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Tipos de lúpulo utilizadas en el proceso. De izquierda a derecha:

Lúpulo Chinook y Citra

Fuente: Elaboración propia

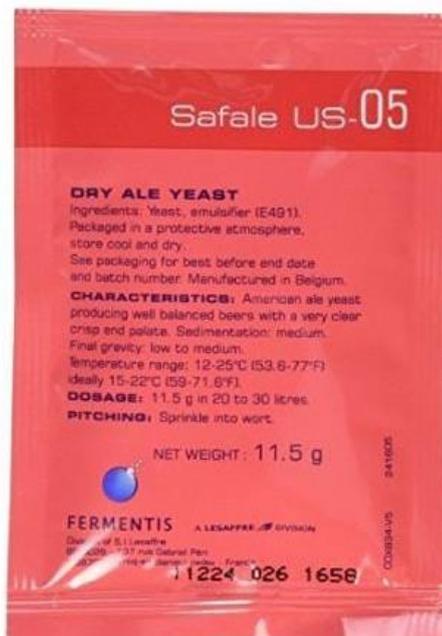


Figura 24. Levadura utilizada en el proceso de elaboración de cerveza artesanal

Fuente: Elaboración propia

b. Equipos

El sistema utilizado para la elaboración de cerveza artesanal funcional está compuesto por los equipos listados en la tabla 9.

Tabla 9

Equipos componentes del sistema de producción de cerveza artesanal funcional

N° de equipo	Nombre del equipo
1	Hervidor de agua de 30L
2	Hervidor de agua de 50L
3	Macerador de 50L
4	Cocción – Whirpool de 80L
5	Enfriador de placas
6	Fermentador de 80 L
7	Chiller de 120 L

Fuente: Elaboración propia

Los equipos utilizados en los análisis de las muestras fueron los que se enlistan en la tabla 10.

Tabla 10

Equipos utilizados para el análisis de las muestras

Análisis	Especificaciones del equipo
Color	Varian serie Cary 50
Amargor	Varian serie Cary 50

Fuente: Elaboración propia

c. Instrumentos

Del mismo modo, los instrumentos utilizados en los análisis de las muestras fueron los que se enlistan en la tabla 11.

Tabla 11

Instrumentos utilizados para el análisis de las muestras

Análisis	Especificaciones del equipo
Densidad	Densímetro marca Sera
pH	pHmetro digital marca Hitech
Grado de alcohol	Alcoholímetro marca Boeco

Fuente: Elaboración propia

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Para hacer una correlación adecuada entre los datos experimentales y los datos de las ecuaciones generadas, se utiliza un análisis que se compone del análisis de varianza o ANOVA y una prueba estadística de Tukey para la comparación de grupos de datos.

4.6.1. Análisis ANOVA

El análisis de varianza (ANOVA) es uno de los métodos estadísticos más utilizados y más elaborados en la investigación moderna. Se utiliza para probar hipótesis referentes las varianzas de una población. La prueba F permite determinar si las desviaciones estándar o las varianzas de dos muestras se pueden considerar estadísticamente iguales o diferentes. Este análisis estadístico se realizó a través del análisis de ANOVA, provisto por el programa Minitab 17.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

5.1.1. Composición de los lotes de cerveza artesanal funcional

A continuación, se enlistan los componentes y las proporciones utilizadas en cada uno de los ocho lotes de cerveza artesanal funcional preparados.

Tabla 12

Composición del lote 1 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	1.51 kg	Grano
Pale Malt	3.02 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua destilada	3.0 L	Agua
Quinua	0.50 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Composición del lote 2 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	3.02 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua Destilada	3.0 L	Agua
Quinua	0.50 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Composición del lote 3 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	3.00 L	Agua
Quinua	0.50kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Composición del lote 4 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	4.30 L	Agua
Quinua	0.70 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Composición del lote 5 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	5.50 L	Agua
Quinua	1.00 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Composición del lote 6 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	6.80 L	Agua
Quinua	1.20 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Composición del lote 7 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	7.70 L	Agua
Quinua	1.30 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Composición del lote 8 de cerveza artesanal funcional

Componente	Cantidad	Tipo
Agua destilada	20 L	Agua
Caraamber	2 kg	Grano
Pale Malt	2 kg	Grano
Safale American	1 pkg	Levadura
Citra	7.24 g	Lúpulo
Chinook	9.65 g	Lúpulo
Agregado de Quinua:		
Agua	8.60 L	Agua
Quinua	1.40 kg	Grano

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Características fisicoquímicas de la cerveza artesanal funcional preparada

En este apartado se presentan las características fisicoquímicas determinadas para muestras de cada lote preparado.

a. Densidad, pH y porcentaje de alcohol

En las tablas siguientes se muestran los valores obtenidos por medición directa, de los parámetros: densidad, pH y porcentaje de alcohol.

Tabla 20

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 1 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.05
pH	5.4
% de alcohol	5.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 2 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.055
pH	5.6
% de alcohol	5.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 3 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.044
pH	5.5
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 4 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.044
pH	5.6
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 5 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.046
pH	5.6
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 6 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.046
pH	5.6
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 7 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.048
pH	5.5
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Valores de los parámetros densidad, pH y porcentaje de alcohol del lote 8 de cerveza artesanal funcional

Parámetro	Valor
Densidad (SG)	1.051
pH	5.5
% de alcohol	4.7

Fuente: Elaboración propia

b. Color

Las pruebas espectrofotométricas de color de las muestras de cada lote dieron los resultados que se enlistan en las tablas siguientes. Además, se presenta el dato calculado de los grados de color, de acuerdo a la relación presentada en el apartado metodológico.

Tabla 28

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	0.97
2	0.99
3	0.98
PROMEDIO	0.98
VALOR CALCULADO (EBC)	24.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.19
2	1.17
3	1.18
PROMEDIO	1.18
VALOR CALCULADO (EBC)	29.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 3 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.15
2	1.17
3	1.16
PROMEDIO	1.16
VALOR CALCULADO (EBC)	29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.18
2	1.16
3	1.16
PROMEDIO	1.17
VALOR CALCULADO (EBC)	29.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.2
2	1.21
3	1.2
PROMEDIO	1.2
VALOR CALCULADO (EBC)	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.22
2	1.21
3	1.22
PROMEDIO	1.22
VALOR CALCULADO (EBC)	30.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.23
2	1.21
3	1.24
PROMEDIO	1.23
VALOR CALCULADO (EBC)	30.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Valores de absorbancia a 430nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de los grados de color

Lectura	Absorbancia (430 nm)
1	1.27
2	1.26
3	1.26
PROMEDIO	1.26
VALOR CALCULADO (EBC)	31.5

Fuente: Elaboración propia

c. Amargor

Las pruebas espectrofotométricas de amargor de las muestras de cada lote dieron los resultados que se enlistan a continuación. Además, se presenta el dato calculado de los grados de amargor, de acuerdo a la relación presentada en el capítulo IV.

Tabla 36

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.58
2	0.62
3	0.61
PROMEDIO	0.6033
VALOR CALCULADO (°IBU)	30.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.56
2	0.58
3	0.58
PROMEDIO	0.5733
VALOR CALCULADO (°IBU)	28.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 3 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.63
2	0.63
3	0.62
PROMEDIO	0.6267
VALOR CALCULADO (°IBU)	31.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.63
2	0.63
3	0.62
PROMEDIO	0.6267
VALOR CALCULADO (°IBU)	31.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.62
2	0.61
3	0.62
PROMEDIO	0.6167
VALOR CALCULADO (°IBU)	30.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.62
2	0.63
3	0.63
PROMEDIO	0.6267
VALOR CALCULADO (°IBU)	31.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.6
2	0.62
3	0.62
PROMEDIO	0.6133
VALOR CALCULADO (°IBU)	30.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Valores de absorbancia a 275nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de los grados de amargor

Lectura	Absorbancia (275 nm)
1	0.61
2	0.62
3	0.61
PROMEDIO	0.6133
VALOR CALCULADO (°IBU)	30.7

Fuente: Elaboración propia

d. Proteínas totales

Los datos de absorbancia a 595nm y la curva de calibración se muestran en la tabla 44 y en la figura 25. Seguidamente se enlistan los valores obtenidos para las muestras de los lotes de cerveza. A su vez se realizó el cálculo de gramos de proteínas totales por cada 100 mL de cerveza.

Tabla 44

Valores de absorbancia a 595nm de los patrones de la curva de calibración para analizar proteínas totales

Patrón	Concentración (mg/mL)	Lecturas	Promedio
1	0.2	0.2894	0.2862
		0.2864	
		0.283	
2	0.4	0.5178	0.5155
		0.5168	
		0.5121	
3	0.6	0.5722	0.5776
		0.5781	
		0.5825	
4	0.8	0.6884	0.6914
		0.6922	
		0.6938	
5	1	0.7936	0.7986
		0.7998	
		0.8026	

Fuente: Elaboración propia

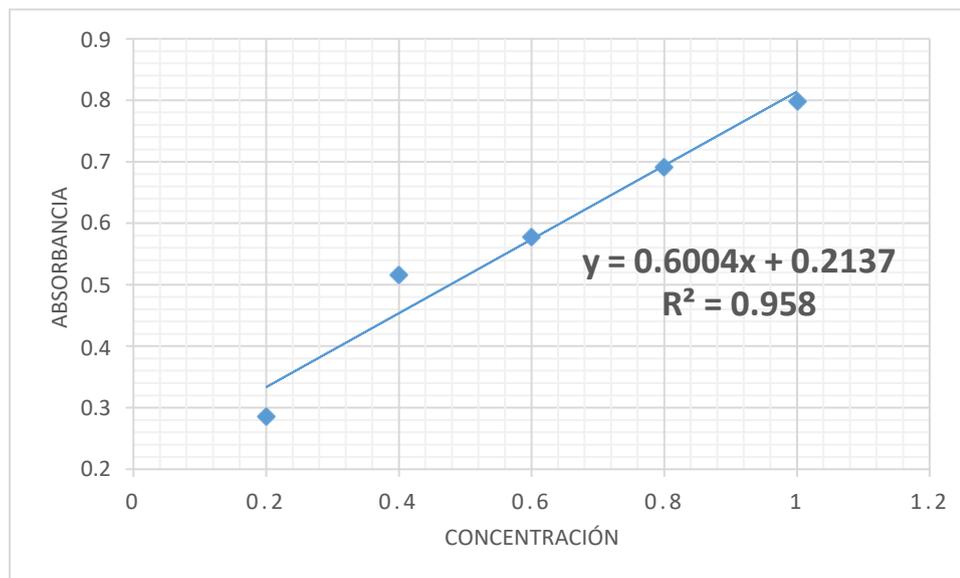


Figura 25. Curva de calibración para el análisis de proteínas totales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 1 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.3201
2	0.3198
3	0.3205
PROMEDIO	0.3201
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.2125
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	21.25
VALOR CALCULADO (g/100mL)	2.125

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 2 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.3212
2	0.3215
3	0.3211
PROMEDIO	0.3213
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.2144
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	21.44
VALOR CALCULADO (g/100mL)	2.144

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 3 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.3212
2	0.3218
3	0.3211
PROMEDIO	0.3214
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.2145
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	21.45
VALOR CALCULADO (g/100mL)	2.145

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 4 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.4192
2	0.4196
3	0.4198
PROMEDIO	0.4195
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.3676
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	36.76
VALOR CALCULADO (g/100mL)	3.676

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 5 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.4492
2	0.4493
3	0.4491
PROMEDIO	0.4492
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.4139
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	41.39
VALOR CALCULADO (g/100mL)	4.139

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 6 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.5111
2	0.5116
3	0.5112
PROMEDIO	0.5113
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.5108
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	51.08
VALOR CALCULADO (g/100mL)	5.108

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 7 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.5195
2	0.5196
3	0.5192
PROMEDIO	0.5194
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.5234
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	52.34
VALOR CALCULADO (g/100mL)	5.234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Valores de absorbancia a 595nm de las muestras del lote 8 y el valor calculado de la cantidad de proteínas en 100 mL de cerveza artesanal funcional

Lectura	Absorbancia (595 nm)
1	0.5212
2	0.5216
3	0.5211
PROMEDIO	0.5213
CONCENTRACIÓN (mg/mL)	0.5264
CONCENTRACIÓN (mg/10mL)	52.64
VALOR CALCULADO (g/100mL)	5.264

Fuente: Elaboración propia

e. Cantidad de CO₂ inyectada en la cerveza

Para la cerveza preparada, a 0°C, se añadieron aproximadamente 3 g de gas, por cada litro, en total (se hicieron 3 inyecciones de gas al tanque Cornelius de 20L, y cada una tuvo 20 g de CO₂).

5.1.3. Análisis sensorial de las muestras de cerveza artesanal funcional

Los resultados de la cata de la cerveza perteneciente a diferentes lotes se presentan en las tablas siguientes, todas en base a la escala hedónica presentada en el apartado metodológico.

Tabla 53

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 1

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	1	2	3
2	2	1	2
3	1	2	1
4	2	1	2
5	2	2	1
6	2	3	1
7	1	3	2
Promedio	1.57	2	1.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 2

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	2	3
2	2	1	2
3	1	2	2
4	2	2	2
5	2	2	2
6	2	2	2
7	1	1	1
Promedio	1.71	1.71	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 3

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	1	2	3
2	2	1	2
3	2	1	1
4	2	1	1
5	2	2	1
6	1	3	2
7	1	1	2
Promedio	1.57	1.57	1.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 4

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	1	3
2	2	2	2
3	3	1	2
4	2	2	2
5	2	2	2
6	1	3	2
7	2	2	2
Promedio	2	1.85	2.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 5

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	2	3
2	2	1	2
3	2	2	3
4	2	2	2
5	3	2	3
6	2	3	1
7	3	2	3
Promedio	2.28	2	2.42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 6

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	2	3
2	2	1	2
3	2	2	1
4	1	1	2
5	2	2	2
6	2	3	2
7	2	2	3
Promedio	1.85	1.85	2.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 7

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	1	2
2	2	1	2
3	1	2	1
4	1	1	1
5	2	2	1
6	2	3	2
7	2	2	2
Promedio	1.71	1.71	1.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60

Resultado de la cata de la cerveza artesanal funcional del lote 8

Panelista	Vista	Olfato	Gusto
1	2	2	1
2	2	1	2
3	1	2	1
4	1	1	0
5	2	2	1
6	2	3	1
7	2	1	1
Promedio	1.71	1.71	1

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Análisis estadístico de los parámetros analizados de la cerveza artesanal funcional

a. ANOVA de un factor para los parámetros color, amargor y cantidad de proteínas en la cerveza artesanal funcional

Se realizó el análisis estadístico para los parámetros: color, amargor y cantidad de proteínas de la cerveza artesanal funcional. En las figuras 26, 29 y 32 se muestran los análisis ANOVA de un factor que se realizaron. En

las figuras 27, 30 y 33 se observan las comparaciones de Tukey y en las figuras 28, 31 y 34 se observan los gráficos de intervalos correspondientes.

One-way ANOVA: Color versus Lote

Method

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis At least one mean is different
 Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Lote	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lote	7	0.154062	0.022009	229.66	0.000
Error	16	0.001533	0.000096		
Total	23	0.155596			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0097895	99.01%	98.58%	97.78%

Means

Lote	N	Mean	StDev	95% CI
1	3	0.98000	0.01000	(0.96802; 0.99198)
2	3	1.18000	0.01000	(1.16802; 1.19198)
3	3	1.16000	0.01000	(1.14802; 1.17198)
4	3	1.16667	0.01155	(1.15469; 1.17865)
5	3	1.20333	0.00577	(1.19135; 1.21531)
6	3	1.21667	0.00577	(1.20469; 1.22865)
7	3	1.22667	0.01528	(1.21469; 1.23865)
8	3	1.26333	0.00577	(1.25135; 1.27531)

Pooled StDev = 0.00978945

Figura 26. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro "color"

Fuente: Elaboración propia

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Lote	N	Mean	Grouping
8	3	1.26333	A
7	3	1.22667	B
6	3	1.21667	B
5	3	1.20333	B C
2	3	1.18000	C D
4	3	1.16667	D
3	3	1.16000	D
1	3	0.98000	E

Means that do not share a letter are significantly different.

Figura 27. Prueba de Tukey para el parámetro "color"

Fuente: Elaboración propia

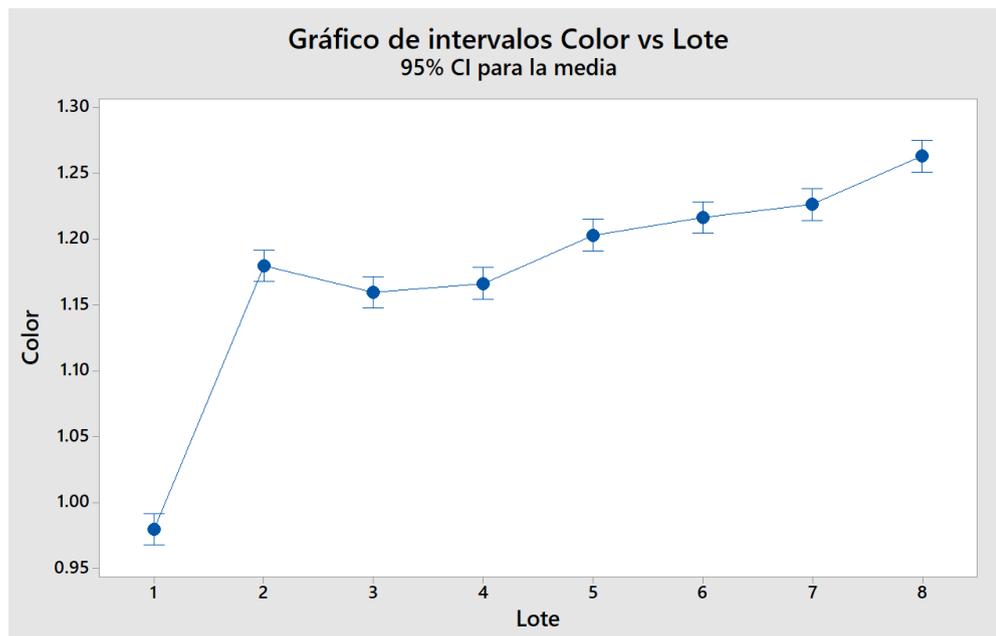


Figura 28. Gráfico de intervalos para Color vs Lote

Fuente: Elaboración propia

One-way ANOVA: Amargor versus Lote

Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis At least one mean is different
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Lote	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lote	7	0.006463	0.000923	8.52	0.000
Error	16	0.001733	0.000108		
Total	23	0.008196			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0104083	78.85%	69.60%	52.41%

Means

Lote	N	Mean	StDev	95% CI
1	3	0.6033	0.0208	(0.5906; 0.6161)
2	3	0.57333	0.01155	(0.56059; 0.58607)
3	3	0.62667	0.00577	(0.61393; 0.63941)
4	3	0.62333	0.00577	(0.61059; 0.63607)
5	3	0.61667	0.00577	(0.60393; 0.62941)
6	3	0.62667	0.00577	(0.61393; 0.63941)
7	3	0.61333	0.01155	(0.60059; 0.62607)
8	3	0.61333	0.00577	(0.60059; 0.62607)

Pooled StDev = 0.0104083

Figura 29. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro “amargor”

Fuente: Elaboración propia

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Lote	N	Mean	Grouping
6	3	0.62667	A
3	3	0.62667	A
4	3	0.62333	A
5	3	0.61667	A
8	3	0.61333	A
7	3	0.61333	A
1	3	0.60333	A
2	3	0.57333	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Figura 30. Prueba de Tukey para el parámetro “Amargor”

Fuente: Elaboración propia

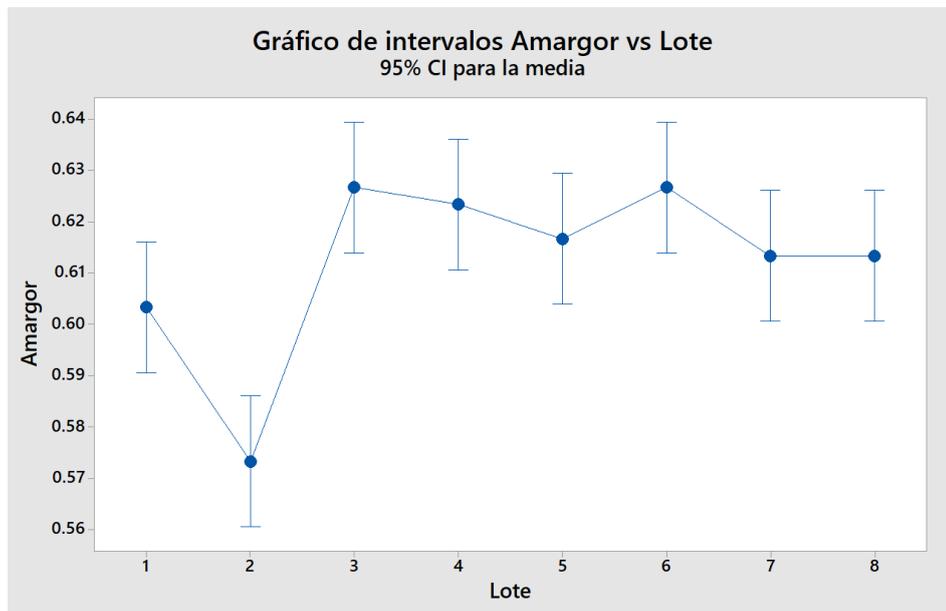


Figura 31. Gráfico de intervalos para Amargor vs Lote

Fuente: Elaboración propia

One-way ANOVA: Proteínas versus Lote

Method

Null hypothesis All means are equal
Alternative hypothesis At least one mean is different
Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Lote	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Lote	7	0.176154	0.025165	337406.80	0.000
Error	16	0.000001	0.000000		
Total	23	0.176156			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0002731	100.00%	100.00%	100.00%

Means

Lote	N	Mean	StDev	95% CI
1	3	0.320133	0.000351	(0.319799; 0.320468)
2	3	0.321267	0.000208	(0.320932; 0.321601)
3	3	0.321367	0.000379	(0.321032; 0.321701)
4	3	0.419533	0.000306	(0.419199; 0.419868)
5	3	0.449200	0.000100	(0.448866; 0.449534)
6	3	0.511300	0.000265	(0.510966; 0.511634)
7	3	0.519433	0.000208	(0.519099; 0.519768)
8	3	0.521300	0.000265	(0.520966; 0.521634)

Pooled StDev = 0.000273099

Figura 32. Resultados de la ANOVA de un factor para el parámetro “cantidad de proteínas”

Fuente: Elaboración propia

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Lote	N	Mean	Grouping
8	3	0.521300	A
7	3	0.519433	B
6	3	0.511300	C
5	3	0.449200	D
4	3	0.419533	E
3	3	0.321367	F
2	3	0.321267	F
1	3	0.320133	G

Means that do not share a letter are significantly different.

Figura 33. Prueba de Tukey para el parámetro “cantidad de proteínas”

Fuente: Elaboración propia

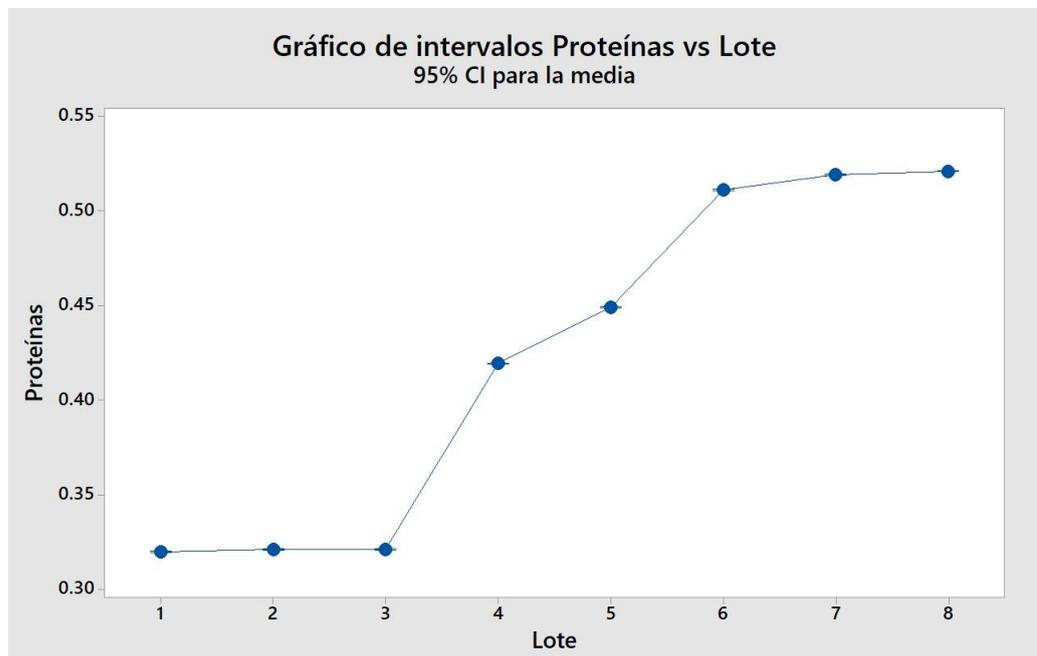


Figura 34. Gráfico de intervalos para Cantidad de proteínas vs Lote

Fuente: Elaboración propia

5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 Resultados de densidad, pH y grado de alcohol

En la tabla 61 se muestran los valores de los parámetros mencionados para cada lote.

Tabla 61

Valores de densidad, pH y grado de alcohol para muestras de cada lote

Lote	Densidad (SG)	pH	Grado de alcohol (%)
1	1.05	5.4	5.3
2	1.055	5.6	5.9
3	1.044	5.5	4.7
4	1.044	5.6	4.7
5	1.046	5.6	4.7
6	1.046	5.6	4.7
7	1.048	5.5	4.7
8	1.051	5.5	4.7

Fuente: Elaboración propia

De los resultados se puede afirmar que no existió un cambio significativo entre los valores de la densidad de la cerveza. Sucede algo similar con los valores de pH.

En el caso del grado alcohólico se puede observar un incremento en el valor para la muestra del lote 2. Esto sucede porque hubo un incremento en la proporción de malta (Caraamber). Por lo tanto, el lote contuvo una cantidad mayor de azúcares fermentables.

En general, el valor del grado alcohólico se mantuvo constante en todos los lotes preparados.

5.2.2 Resultados del color

En base al análisis estadístico mostrado en la sección respectiva, para los datos de la tabla 62, se rechaza la hipótesis nula que establecía una igualdad de medias en todos los grupos, es decir, al menos una de las medias es diferente ($p < 0.05$).

La prueba de Tukey compara los datos de cada grupo y asocia los grupos con medias similares. En este caso, las muestras de los lotes 2, 3 y 4 presentan un color muy similar. A su vez, los grupos 5, 6 y 7 son similares en cuanto a este parámetro. Finalmente, los grupos 1 y 8 son diferentes entre sí, y con todos los demás grupos.

Tabla 62

Valores de color para muestras de cada lote

Lote	Color (EBC)
1	24.5
2	29.5
3	29
4	29.3
5	30
6	30.5
7	30.8
8	31.5

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Resultados de amargor

Por medio del análisis estadístico, para este parámetro también se rechaza la hipótesis nula que establecía una igualdad de medias en todos los grupos. Al menos una de las medias es diferente ($p < 0.05$).

Por medio de la comparación de grupos de datos, para el parámetro de amargor (tabla 63), las muestras de todos los lotes, a excepción del lote 2, presentan un amargor similar.

Tabla 63

Valores de amargor para muestras de cada lote

Lote	Amargor (°IBU)
1	30.2
2	28.7
3	31.3
4	31.3
5	30.8
6	31.3
7	30.7
8	30.7

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Resultados de proteínas totales

Para el caso de proteínas totales, también se rechaza la hipótesis nula, y se acepta que al menos una de las medias de los grupos de datos es distinta.

Las comparaciones de grupos de datos (tabla 64) indican que esta vez todos los grupos de datos son diferentes entre sí, a excepción de los grupos 2 y 3.

Se puede apreciar que la cantidad de proteínas va en aumento. Esto es en consecuencia a que a cada lote se le fue añadiendo más agregado de quinua, que da el aporte proteico.

Tabla 64

Valores de proteínas totales para muestras de cada lote

Lote	Proteínas totales
1	2.125
2	2.144
3	2.145
4	3.676
5	4.139
6	5.108
7	5.234
8	5.264

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Resultados de la cata de cerveza

En la tabla 65 se tiene un resumen de las evaluaciones sensoriales de las muestras de cada lote de cerveza artesanal funcional, siguiendo la puntuación de la escala Hedónica. De acuerdo al panel de cata, y a los resultados de la tabla, la cerveza del lote 5 es la que presenta mejores características como producto.

Tabla 65

Evaluación sensorial de cada lote de cerveza artesanal funcional

Lote	Vista	Olfato	Gusto
1	1.57	2	1.71
2	1.71	1.71	2
3	1.57	1.57	1.71
4	2	1.85	2.14
5	2.28	2	2.42
6	1.85	1.85	2.14
7	1.71	1.71	1.57
8	1.71	1.71	1

Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto que la cerveza de los lotes 6, 7 y 8 tienen un mayor contenido proteico, lo que sostuvieron los profesionales encargados de estas pruebas es que la cerveza de estos lotes ya no presentaba el sabor característico de esta bebida. De acuerdo a lo que dijeron, la cerveza del lote 5 es la que reúne las mejores características (aroma, color, sabor).

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1 Hipótesis general

Se corrobora la hipótesis general de investigación. Se pudo elaborar una cerveza artesanal funcional a base de quinua, en función a las etapas del proceso productivo y a los parámetros de producción de la cerveza.

6.1.2 Hipótesis específicas

a) Se planteó que el proceso productivo consta de las siguientes etapas: maceración, añadido del adjunto nutritivo de quinua, cocción, fermentación, maduración, gasificación y embotellado. Esta hipótesis se corrobora. Adicionalmente, es necesario especificar que la maceración utilizada fue del tipo escalonada.

b) Esta hipótesis planteaba que los parámetros que influyen en la producción de la cerveza artesanal cuentan con un pH entre 5.2 y 5.5, un grado alcohólico entre 4 y 4.5%, un tiempo de maduración entre 7 y 14 días, una densidad entre 1.005 y 1.015 g/mL. Ante esto se puede decir que lo planteado no se cumple en su totalidad, ya que la cerveza con mejores características tuvo un pH de 5.6, saliendo del intervalo planteado. Lo mismo sucede para el grado alcohólico, ya que el mejor lote tuvo un valor que sobrepasó por poco el límite planteado (1.044 g/mL).

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

En el trabajo “Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”” se analizaron los atributos: aroma, sabor, color; que formaron parte de la evaluación organoléptica. De acuerdo a los resultados, la papa nativa utilizada como agregado en la cerveza mejoró dichos atributos, en concordancia con el panel degustador. Sin embargo, la papa no es un agregado que permita hacer funcional la cerveza, ya que solamente aporta azúcares fermentables, en comparación con la quinua que fue utilizada en este trabajo y que nos da un aporte proteico. Los mismos atributos fueron estudiados en el presente trabajo y los resultados fueron muy similares en cuanto a la aceptación del producto.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor se responsabiliza por la información emitida en el presente trabajo de investigación, cumpliendo lo señalado en el CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, Resolución N° 260-2019-CU.

VII. CONCLUSIONES

- a. De forma general, la elaboración de una cerveza artesanal funcional fue posible en función a las etapas del proceso productivo, y a los parámetros de producción de la cerveza.
- b. El proceso de producción de cerveza artesanal funcional utilizado constó de las siguientes etapas: maceración, añadido de adjunto nutritivo de quinua, cocción, enfriamiento, fermentación, maduración, gasificación y embotellado.
- c. El lote que presentó mejores características fue el 5, con la composición siguiente: agua destilada (20L), Malta Caraamber (2 kg), Malta Pale (2 kg), levadura Safale American (un paquete de 11.5g), lúpulo Citra (7.24g), lúpulo Chinook (9.65g) y agregado de quinua (6.5L).

La cerveza producida a partir de la materia prima mencionada tuvo las siguientes características: densidad (1.044 SG), pH (5.6), grado de alcohol (4.7%), color (29.3 EBC), amargor (31.2 °IBU) y proteínas totales (3.676 g/100mL).

VIII. RECOMENDACIONES

- a. Antes de iniciar el proceso de elaboración de cerveza, es necesario tener un cuidado exhaustivo con la limpieza de los equipos para evitar la presencia de microorganismos en el producto.
- b. Se recomienda enfriar correctamente el tanque de cerveza antes de realizar la inyección del gas, para que pueda disolverse completamente.
- c. Para las pruebas espectrofotométricas, es necesario cumplir con la correcta limpieza de la celda de cuarzo, para evitar errores en la medición.
- d. Se recomienda hacer un proceso similar, pero cambiando el tipo de aditivo nutritivo, ya que la amplia variedad de granos andinos de nuestro país permitiría crear otras bebidas alcohólicas funcionales.

IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Almajano, María (2015). “Diseño de una micro-planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción”. Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña.

Aquilani, Barbara; Laureti, Tiziana, Poponi, Stefano y Secondi, Luca (2015). “La elección de la cerveza y los factores determinantes del consumo cuando se prueban las cervezas artesanales: un estudio exploratorio de las preferencias de los consumidores”. Italia. University of Tuscia.

Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas (1977). “El Cerveceros en la Práctica”. Primera edición. EE.UU.

Association of Official Analytical Chemists (1980). “Official Methods of Analysis”. EE.UU. Treceava edición.

BeerSmith (2017). “Hop Varieties for Beer Brewing”. Disponible en:

<http://beersmith.com/hop-list/>

Visitado el 26 de enero de 2019.

Burkert (2015). “Brewery Water Quality Management Solutions”. EE.UU. Burkert Fluid Control Systems.

Buttrick (2013). "Water for Brewing". Brewer & Distiller International. Pp 11-15.

Capece, Angela; Romaniello, Rossana; Pietrafesa, Angela; Siesto, Gabriella; Pietrafesa, Rocchina; Zambuto, Marianna Y Romano, Patrizia (2018). "Uso de *Saccharomyces cerevisiae* var. *Boulardii* en co-fermentaciones con *S. cerevisiae* para la producción de cervezas artesanales con potencial de valorización saludable". Italia. Università degli Studi della Basilicata.

Casiday, Rachel y Frey, Regina (2014). "Water Hardness". Disponible en:

<http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Water/FreshWater/hardness.html>

Visitado el 17 de enero de 2019.

Castañeda, Claudia (2013). "Comparación de la escala hedónica de nueve puntos con la escala hedónica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de América Latina". Honduras. Escuela Agrícola Panamericana.

ClubDarwin (2012). "Optimizar producción de malta de cebada producirá una mejor cerveza ¿Cómo hacerlo?". Disponible en:

<https://clubdarwin.wordpress.com/2012/11/16/optimizar-produccion-de-malta-de-cebada-producira-una-mejor-cerveza-como-hacerlo/>

Visitado el 19 de febrero de 2019.

Collazos, Juan y Gutierrez, Jefferson (2014). "Propuesta de diseño de planta de producción para una cervecería artesanal". Colombia. Universidad ICESI.

Donadini, Gianluca Y Porretta, Sebastiano (2016). "Descubrir patrones de interés de los consumidores por la cerveza: un estudio de caso con cervezas artesanales". Italia. Experimental Station for the Food Preserving Industry.

Echia, Diego (2018). "Elaboración de cerveza utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla "tumbay"". Universidad San Ignacio de Loyola. Perú.

El país (2017). "Desentrañando el genoma de la quinua". Disponible en:
https://elpais.com/internacional/2017/06/15/america/1497563762_144785.html

Visitado el 15 de diciembre de 2018.

Esteve Saus, Marina (2013). "Diseñando una cervecería artesanal de energía neutral". Finlandia. Tampere University of Applied Sciences.

Fernández, J y Galván, M (2011). "Métodos para la cuantificación de proteínas". Argentina. Universidad de Córdoba.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2004). "Barley: Post Harvest Operations". Turquía. The Central Research Institute for Field Crops.

Gatrell, Jay; Reid, Neil Y Steiger, Thomas (2017). "Los espacios de marca: lugar, región, sostenibilidad y la industria cervecera artesanal estadounidense". EE.UU. Bellamine University.

Gestión. "Las diez mejores cervezas artesanales hechas en el Perú".

Disponible en:

<https://gestion.pe/tendencias/diez-mejores-cervezas-artesanales-hechas-peru-97989>

Visitado el 16 de diciembre de 2018.

Gomez Corona, Carlos; Lelievre, Maud; Escalona, Héctor; Chollet, Sylvie y Valentin, Dominique (2016). "Representación de la cerveza artesanal entre hombres en dos culturas diferentes". México. Universidad Autónoma Metropolitana.

Grunde, John; Li, Siqui y Merl, Robert (2014). "Cervecerías artesanales y sostenibilidad: desafíos, soluciones e impactos positivos". Suecia. Blekinge Institute of Technology.

Guido, Luis y Moreira, Manuela (2015). "Malting". Extraído de "Engineering Aspects of Cereal and Cereal Based Products".

Holopainen, Ulla (2015). "Composition and structure of barley (*Hordeum vulgare* L.) grain in relation to end uses". Helsinki. University of Helsinki.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2015). "Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú". Perú.

Hanna Instruments (2018). "Application Importance of Turbidity in Brewing".

Disponible en:

<https://hannainst.com/beer-turbidity>

Visitado el 21 de enero de 2019.

Koetter, Uwe y Biendl, Martin. Hops: A review of its historic and medicinal uses. Herbalgram, vol. 87, pp. 44 – 57. 2010.

Kohlbach, Paul (2008). "The influence of brewing water on the pH of wort and beer". Berlin. VLB Berlin.

Lenntech (2016). "Demineralized Water FAQ". Disponible en:

<https://www.lenntech.com/demi-water-faq.htm>

Visitado el 19 de febrero de 2019.

Los Cervecistas (2017). "Glosario de términos cervecistas". Disponible en:

<https://www.loscervecistas.es/glosario-terminos-cervecistas/>

Visitado el 10 de enero de 2019.

Meale, S; He, M y McAllister, T (2015). "Feed Barley background & market".
Canadá. Barley Grain – Feed Industry Guide.

Nutrición y cocina (2017). "Propiedades nutricionales de la quinoa".

Disponible en:

<http://nutricionycocina.es/propiedades-nutricionales-de-la-quinoa/>

Visitado el 08 de enero de 2019.

Peso justo (2017). "Descubre la quinoa y todos sus beneficios ¿Por qué no debería faltar en tu dieta?". Disponible en:

<https://elpesojusto.com/descubre-la-quinoa-y-todos-los-beneficios-por-que-tomar-este-superalimento>

Visitado el 04 de enero de 2019.

Poveda, J. (2018). "Biogenic amines and free amino acids in craft beers from the Spanish market: a statistical approach". International Journey of HACCP and Food Safety.

Rodríguez, Héctor (2003). "Determinación de parámetros fisicoquímicos para la caracterización de Cerveza Tipo Lager elaborada por Compañía Cervecería Kunstmann S.A.". Chile. Universidad Austral de Chile.

Sancho, Rubén (2015). “Diseño de una Micro-Planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción”. España. Universitat Politècnica de Catalunya.

Segal, Claudia (2010). “Yeast fermentation and the making of beer and wine”. Nature Education, vol. 17, pp 1 – 6.

Selectech (2015). “Learn More about Water Testing: Electrical Conductivity”. Disponible en:

<https://selectech.co.za/learn-water-testing-electrical-conductivity/>

Visitado el 27 de diciembre de 2018.

The Brew Enthusiast (2018). “Yeast categories”. Disponible en:

<https://www.thebrewenthusiast.com/yeast/>

Visitado el 04 de febrero de 2019.

Verema (2015). “El proceso de la Maceración de la cerveza”. Disponible en:

<https://www.verema.com/blog/el-blog-del-cervecerero/1005265-proceso-maceracion-cerveza>

Visitado el 18 de diciembre de 2018.

Yan, Dan; Foo, Yong; Shellie, Robert; Marriott, Philip; Whittock, Simon y

Koutoulis, Anthony (2018). “Evaluación de los perfiles fitoquímicos

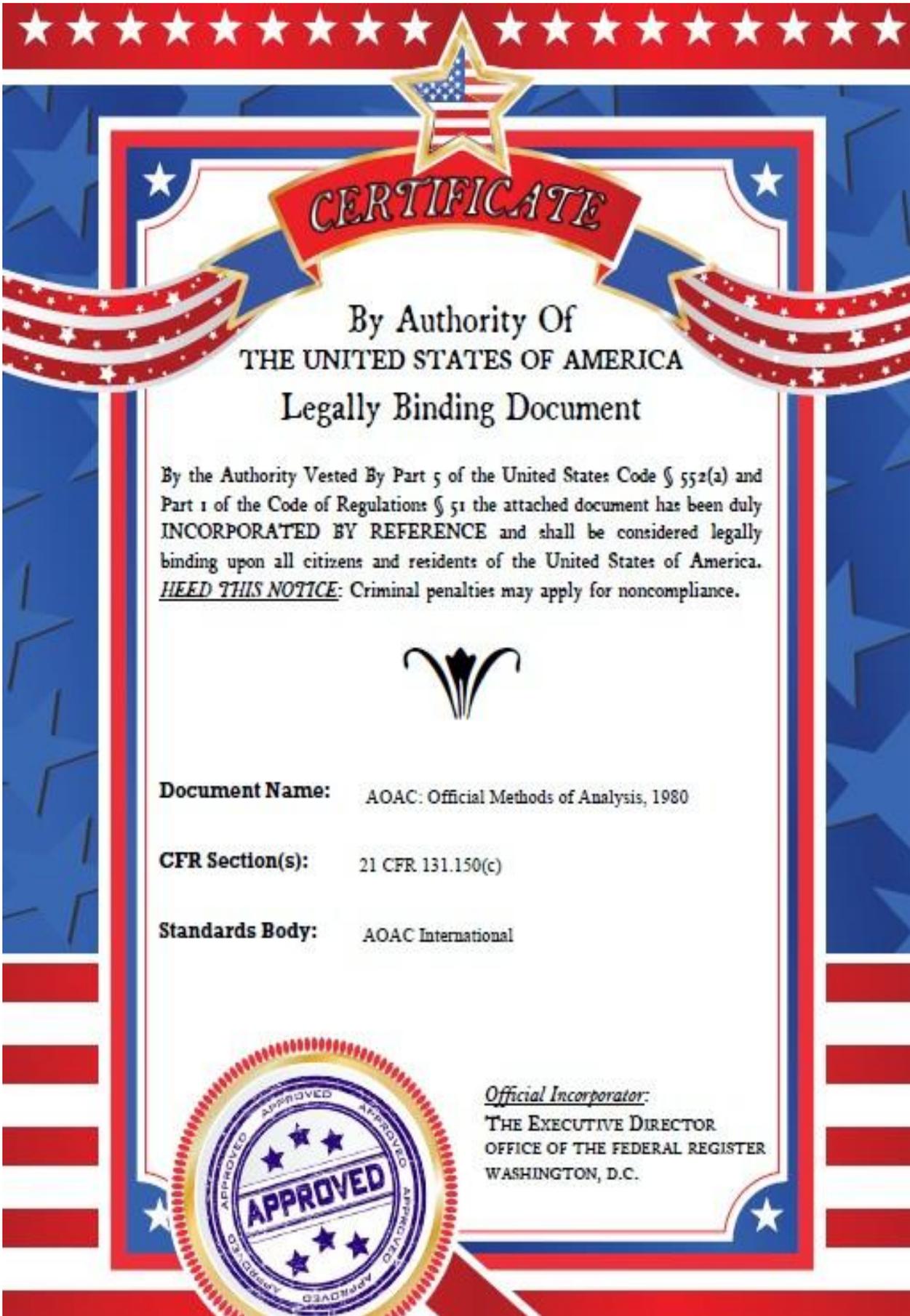
de nuevos cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.): una ruta potencial para la elaboración de cerveza”. Australia. Australian Centre for Research on Separation Science.

ANEXOS

TEMA:**ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL FUNCIONAL UTILIZANDO LA QUINUA COMO AGREGADO**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo debe ser la elaboración de una cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado?	Elaborar una cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado.	La elaboración de una cerveza artesanal funcional es posible en función a las etapas del proceso productivo y a los parámetros de producción de la cerveza.	Y = Elaboración de cerveza artesanal funcional utilizando la quinua como agregado	- Descripción - Descripción - Descripción	- Descripción - Descripción - Descripción	- Revisión de publicaciones -Experimentación - Pruebas organolépticas
PROB. ESPECÍFICOS	OBJ. ESPECÍFICOS	HIP. ESPECÍFICAS	VARIABLE IND.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
a) ¿Cuál es el proceso productivo de la cerveza artesanal funcional?	a) Determinar el proceso productivo de cerveza artesanal funcional.	a) El proceso productivo consta básicamente de las siguientes etapas: maceración, cocción, fermentación, maduración y embotellado.	X1 = Etapas del proceso productivo de cerveza artesanal funcional	- Descripción - Descripción - Descripción	- Descripción - Descripción - Descripción	- Revisión de publicaciones -Experimentación
b) ¿Cuáles son los parámetros de producción de cerveza artesanal funcional?	b) Identificar los parámetros de producción de cerveza artesanal funcional	b) Los parámetros que influyen en la producción de la cerveza artesanal cuentan con un pH entre 5.2 y 5.5, un grado alcohólico entre 4 y 4.5%, un tiempo de maduración entre 7 y 14 días, temperatura de fermentación de 8°C, una densidad entre 1.005 y 1.015 g/mL y deberá ser elaborada con quinua blanca como agregado funcional.	X2 = Parámetros de producción de cerveza artesanal funcional	- Potencial de hidrógeno - Grado alcohólico - Tiempo de maduración - Temperatura - Densidad - Tipo de quinua	- pH - % - h - °C - g/mL - Descripción	- Revisión de publicaciones -Experimentación

$$Y = f(X1, X2)$$



CERTIFICATE

By Authority Of
THE UNITED STATES OF AMERICA
Legally Binding Document

By the Authority Vested By Part 5 of the United States Code § 552(a) and Part 1 of the Code of Regulations § 51 the attached document has been duly INCORPORATED BY REFERENCE and shall be considered legally binding upon all citizens and residents of the United States of America. HEED THIS NOTICE: Criminal penalties may apply for noncompliance.



Document Name: AOAC: Official Methods of Analysis, 1980

CFR Section(s): 21 CFR 131.150(c)

Standards Body: AOAC International



Official Incorporator:
THE EXECUTIVE DIRECTOR
OFFICE OF THE FEDERAL REGISTER
WASHINGTON, D.C.

11. Beverages: Wines

11.001 Physical Examination—Procedure

Note and record following: (a) Whether container is "bottle full"; (b) appearance, whether bright or turbid and presence of sediment; (c) condition when opened, whether still, gaseous, or carbonated; (d) color and depth of color; (e) odor, whether vinous, foreign, or acetous; and (f) taste, whether dry, sweet, vinous, foreign, or acetous.

Immediately det. sp gr and those ingredients that are subject to change, such as alcohol, sugars, and acids.

11.002 Specific Gravity—Official Final Action

Det. sp gr at 20/20° by pycnometer as in 9.011, or by small, accurately graduated hydrometer.

Color in White Wines (7) Official Final Action

11.003

Apparatus and Reagents

(a) *White wine colorimeter*.—Double beam filter photometer utilizing W incandescent lamp with Corning 5-61 high pass filter. Se photocells, 1" path test and ref. cells, and zero set cell for calibration. Combination of responses of photocell and filter approximates monochromatic peak at 430 nm. Available from Huggins Engineering Co., 2070 Walsh Ave. Santa Clara, CA 95050.

(b) *Potassium chromate std soln*.—0.0002059M. Dissolve 0.0400 g K_2CrO_4 primary std [J. T. Baker Chemical Co., No. 3058] in 0.05N KOH and dil. to 1 L with 0.05N KOH.

11.004

Determination

Let instrument warm up 2 hr. Stdze with K_2CrO_4 soln according to manufacturer's instructions. %7 should be reproducible to $\pm 0.1\%$.

Fill ref. and test cells with H_2O , and place both in colorimeter. Set indicator knob to zero, and null colorimeter by adjusting zero set knob. Remove test cell and replace with zero set cell. Null meter by adjusting indicator. Indicator should read ca 98.5 on duplicate tests. Repeat each hr or after every 10–15 samples.

With zero set cell in place, set indicator to value (ca 98.5) detd above. Null meter with zero set knob. Replace zero set cell with test cell contg wine sample. Null meter by adjusting indicator. Read %7 on indicator.

Alcohol

11.005 By Volume from Specific Gravity Official Final Action

Measure 100 mL sample into 300–500 mL distn flask, noting temp., and add 50 mL H_2O . Attach flask to vertical condenser by means of bent tube, distil almost 100 mL, and dil. to 100 mL at same temp. (Foaming, which sometimes occurs, especially with young wines, may be prevented by adding small amt of antifoam material.) For wines that contain abnormal amt of HOAc, neutze exactly with 1N NaOH soln (calcd from acidity, 11.037) before proceeding with distn (unnecessary for wines of normal taste and odor). Proceed as in 9.011, at room temp. if desired, and obtain corresponding % alcohol by vol. from 52.003.

11.006 By Volume from Refraction (Rapid Method) Official Final Action

Det. immersion refractometer reading of distillate obtained in 11.005 and find corresponding % alcohol from 52.004.

11.007 By Weight—Official Final Action

From 52.005, obtain % alcohol by wt in distillate corresponding to % alcohol by vol., multiply by sp gr of distillate, and divide by sp gr of sample.

By Dichromate Oxidation (2) Official Final Action

11.008

Principle

Sample is steam distd into acidified $K_2Cr_2O_7$ soln of known vol. and concn. Oxidn of EtOH to HOAc is completed by heating. Unreacted dichromate is detd by titn with std $Fe(NH_4)_2(SO_4)_6$ soln, using o-phenanthroline as indicator.

11.009

Apparatus

Micro Kjeldahl apparatus.—With gas micro-burner. See Fig. 11.01. (Glassware available from Scott Laboratories, Inc., PO Box 3576, San Rafael, CA 94901.)

11.010

Reagents

(a) *Potassium dichromate soln*.—Add 325 mL H_2SO_4 to ca 400 mL H_2O in 1 L vol. flask. Mix and cool to 80–90°. Add 33.768 g $K_2Cr_2O_7$ (primary std). Dissolve, cool, and dil. to vol. with H_2O at 20°.

(b) *Ferrous ammonium sulfate soln*.—Dissolve 135.5 g $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ in ca 500 mL H_2O in 1 L vol. flask. Add 30 mL H_2SO_4 . Dil. to vol. with H_2O at 20°.

(c) *1,10-Phenanthroline ferrous sulfate indicator*.—Dissolve 0.695 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ in ca 50 mL H_2O , add 1.485 g o-phenanthroline H_2O , and dil. to 100 mL with H_2O . (Prepd soln available from G. Frederick Smith Chemical Co.)

11.011

Determination

See Fig. 11.01. To begin distn, boil H_2O in steam generator. Open steam trap discharge. Turn 3-way stopcock so that steam from trap vents thru side tube and distg bulb is closed. Place 25 mL $K_2Cr_2O_7$ soln in 50 mL erlenmeyer under condenser with tip below surface of soln. Close sample stopcock and place small amt H_2O in sample funnel. Distg bulb is empty and micro-burner is not lighted.

Transfer 1 mL samples as follows: Fill 1 mL pipet (class A) slightly over mark, and wipe excess wine from exterior. Hold pipet vertical; with tip touching inside neck of sample bottle, drain to mark. Drain pipet completely into sample funnel. Open sample stopcock to drain sample into still; then reclose. Add small amt H_2O to funnel, drain into still, and rinse with H_2O until distg bulb is half filled. Place H_2O in funnel to ensure seal.

Close steam trap discharge with pinch clamp. Open 3-way stopcock, permitting steam to enter bulb while vent is closed. Light micro-burner. Distil until receiving flask contains ca 40 mL, lower flask, and rinse outside of condenser outlet into flask with H_2O . Stopper flask and immerse to shoulder in $60 \pm 2^\circ H_2O$.

Admit cold H_2O into steam generator to flush contents of distg bulb into steam trap. Refill bulb with H_2O , flush again, open trap

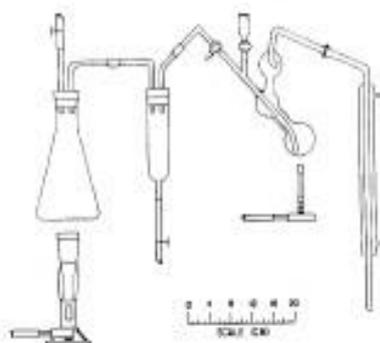


FIG. 11.01—Distillation apparatus for chemical determination of alcohol in wine

discharge, and vent 3-way stopcock. App. is now ready for next sample.

Remove flask from bath after 20–25 min. Rinse contents into 500 mL flask with H_2O . Titr. with $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ soln to almost clear green in front of daylight fluorescent light, add 3 drops indicator, and titr. to end point (change is from blue-green to brown) (V mL).

Since $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ soln is slowly oxidized by air, perform blank detn daily by titrg 25 mL $K_2Cr_2O_7$ (V' mL). Discard $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ soln that has been standing in buret >30 min. Calc. % alcohol by vol. = $25.00 - (25 \times V/V')$.

11.012 ★ Glycerol in Dry Wines ★
Official Final Action

Glycerol is isolated from other org. material and detd by oxidn with $K_2Cr_2O_7$, or by direct weighing. See 11.010, 12th ed.

11.013 ★ Glycerol in Sweet Wines ★
Official Final Action

Glycerol is isolated from other org. material and detd by oxidn with $K_2Cr_2O_7$, or by direct weighing. See 11.011, 12th ed.

11.014 Extract—Official Final Action

(a) *By specific gravity of dealcoholized wine.*—Calc. sp gr of dealcoholized wine, $D = S + 1 - S'$, where S = sp gr of sample, 11.002, and S' = sp gr of alc. distillate, 11.005.

From 52.008, det. % by wt of ext in dealcoholized wine corresponding to value of D . This figure \times value of $D = g$ ext/100 mL wine.

(b) *By evaporation.*—(1) *In dry wines, extract content less than 3 g/100 mL.*—In 75 mL flat-bottom Pt dish, ca 85 mm diam., evap. 50 mL sample on H_2O bath to sirupy consistency. Heat residue 2–5 hr in drying oven at 100° , cool in desiccator, and weigh as soon as room temp. is reached.

(2) *In sweet wines.*—If ext content is 3–6 g/100 mL, treat 25 mL sample as in (1). If ext is >6 g/100 mL, accept result obtained as in (a), and attempt no gravimetric detn because of inaccurate results obtained by drying fructose at high temp.

11.015 Nonsugar Solids (Sugar-Free Extract)—Official Final Action

Subtract amt of reducing sugars before inversion, 11.016, plus sucrose, if present, from ext, 11.014.

★ Surplus method—see inside front cover.

11.016 Reducing Sugars—Official Final Action

(a) *Dry wines.*—Place 200 mL sample in porcelain dish, exactly neutze with 1*N* NaOH, calcg amt required from acidity, 11.037, and evap. to ca 50 mL. Transfer to 200 mL vol. flask, add enough neut. $Pb(OAc)_2$ soln, 31.021(d), to clarify, dil. to vol. with H_2O , shake, and filter thru folded paper. Remove Pb with dry K oxalate and det. reducing sugars as in 31.038.

(b) *Sweet wines.*—Approximate sugar content by subtracting 2 from ext, 11.014, and use such amt of sample that aliquot taken for Cu reduction contains <240 mg invert sugar. Proceed as in (a).

11.017 Sucrose—Official Final Action

(a) *By reducing sugars before and after inversion.*—Proceed as in 9.112(b).

(b) ★ *By polarization.* ★—See 11.015(b), 12th ed.

11.018 ★ Commercial Glucose—Procedure ★

By polarization. See 11.016, 12th ed.

11.019 Ash—Official Final Action

Proceed as in 31.012 or 31.013, using residue from 50 mL sample. Char carefully (decrepitation), and ash at 550° .

11.020 Alkalinity of Ash—Official Final Action

Evap. 10 mL sample to dryness in Pt dish and ash at 550° . If solid content of sample is high, it may be necessary to moisten ext with ether and to burn off carefully over flame to prevent spattering. If any C remains, add few mL H_2O , dry, and again heat to 550° . To ash add 10 mL 0.1*N* H_2SO_4 , bring acid in contact with all of the ash, and fill dish ca $\frac{3}{4}$ full of boiling H_2O . Cool, add 4 drops Me purple (available from Fisher Scientific Co., Cat. No. SO-I-9) or Me orange, and immediately titr. excess acid with 0.1*N* NaOH. Express alkly as mL 0.1*N* H_2SO_4 required to neutze ash from 100 mL sample.

11.021 Copper—Official Final Action

See 9.029–9.035.

Iron—Official Final Action

11.022 Atomic Absorption Method

Pipet 20 mL 40° proof wine into 200 mL vol. flask, add 88 mL 95% alcohol from graduate, and mix well. Dil. almost to vol. with H_2O and mix well. Let soln reach room temp., dil. to 200 mL with H_2O , and mix well. Proceed as in 9.038. Multiply results by 10 to obtain ppm Fe in original wine sample.

11.023 TPTZ Colorimetric Method

Prep. sample as in 11.022, and proceed as in 9.042.

Potassium (3)—Official Final Action

11.024 Reagents and Apparatus

(a) *Potassium std solns.*—Dry reagent grade KCl at 100° overnight and dil. 1.9068 g to 1 L with H_2O . Dil. 10 mL of this soln to 100 mL and further dil. 1, 2, 4, 6, 8, and 10 mL of dild soln to 100 mL to make std solns contg, resp., 1, 2, 4, 6, 8, and 10 ppm K in H_2O . Store std solns in clean, dry polyethylene bottles.

(b) *Flame spectrophotometer.*—Beckman Model DU with oxy-hydrogen flame and photomultiplier accessory, or equiv. instrument.

11.025

Determination

Dil. 10 mL sample 50–200 times with H₂O if necessary to fall within %T range of stds. Set instrument, fill sample cup, and burn. Read %T 3–5 times at 740 nm (T_1), 768 nm (T_{max}), and 790 nm (T_2). ($T_{max} = T$ at max. emission, $T_0 = T$ before max., $T_2 = T$ after max.) Det. %T for 1–10 ppm K std solns immediately after sample under same conditions, and plot "unit rise" against ppm K to obtain "semipermanent" calibration curve:

For stds: $T_{max} - [(T_1 + T_2)/2] = \text{"Unit Rise X"}$

For sample: $T_{max} - [(T_1 + T_2)/2] = \text{"Unit Rise Y"}$

Jet correction: Check "semipermanent" calibration curve frequently with stds. Calc. % deviation, if any, and apply correction to sample, as:

Theoretical Unit Rise from Calibration Curve/Unit Rise X = corr. factor. Then, Unit Rise Y \times corr. factor = corrected Unit Rise Y.

ppm K in sample = Diln factor \times ppm equiv. to Unit Rise Y taken from calibration curve.

Sodium (3)—Official Final Action

11.026

Reagents and Apparatus

Prep. std solns as in 11.024(a), except use 2.5421 g reagent grade NaCl. Use flame spectrophtr, 11.024(b).

11.027

Determination

Proceed as in 11.025, except dil. sample 50–100 times as necessary to fall within %T range of stds. For Na, (T_1) = 570, (T_{max}) = 589, and (T_2) = 610. Calc. ppm Na in sample as in 11.025.

11.028 Chlorides—Official Final Action

Method I

To 100 mL dry wine or 50 mL sweet wine add enough Na₂CO₃ to make distinctly alk. Evap. to dryness, ignite at $<500^\circ$, cool, ext residue with hot H₂O, acidify H₂O ext with HNO₃ (1+4), and det. Cl as in 3.072 or 3.074.

Method II (4)

11.029

Apparatus

(a) pH meter.—With millivolt scale, Beckman Zeromatic, or equiv.

(b) Electrodes.—Beckman Instruments general purpose glass electrode No. 41263 as ref. electrode and Beckman No. 19151 Ag-AgCl pressed billet electrode with 30" lead and pin connector as indicating electrode. Other electrode combinations such as Beckman No. 39187 Ag billet combination electrode may be used.

(c) Magnetic stirrer.—With glass or plastic coated stirring bar.

(d) Buret.—10 mL with 0.05 mL subdivisions.

11.030

Reagents

(a) Potassium chloride.—Reagent grade contg $\approx 0.005\%$ Br. Dry in desiccator several days before use.

(b) Distilled water.—Cl-free. Use wherever H₂O is specified.

(c) Chloride std soln.—1 mg Cl/mL. Weigh 2.1028 g KCl, transfer to 1 L vol. flask, and dil. to vol. with H₂O.

(d) Silver nitrate std soln.—1 mL = 1 mg Cl. Weigh 4.7914 g reagent grade AgNO₃, transfer to 1 L vol. flask, and dil. to vol. with H₂O.

11.031

Determination

Connect glass electrode to input terminal and indicating

electrode to ref. terminal of pH meter set to read on ± 700 millivolt (mv) scale. Warm up ≈ 30 min. Pipet 5.0 mL std Cl soln into 250 mL beaker. Adjust vol. to ca 100 mL with H₂O and add 1.0 mL HNO₃ by pipet. Insert electrodes so that billet is completely covered, add stirring bar, and titr. with std AgNO₃ soln, stirring moderately. Add in 1.00 mL increments until 4.0 mL have been added, then 0.20 mL increments until 2.0 mL more have been added, then 1.00 mL increments to total of 10.00 mL. Read buret to 0.01 mL and mv scale to 1 mv after addn of each increment. Record readings. Let pH meter stabilize >30 sec before each reading. Plot observed mv against mL soln added and det. equivalence point (inflection) voltage from resulting curve. This value will vary with electrode system used.

Use of glass electrode as ref. electrode is reverse of usual function; hence curve obtained will be reverse of those produced by other electrode combinations. Rinse electrodes before each use.

Pipet 5.0 mL std Cl soln into 250 mL beaker, and add 96 mL H₂O and 1.0 mL HNO₃. Insert electrodes, stir, and titr. with std AgNO₃ soln to predetd equivalence voltage, adding titrant dropwise as end point is reached. Repeat until results are in close agreement. Conduct all titrations within 5° of temp. of equivalence point detn. Repeat this detn at least daily or before each group of samples.

Pipet 50 mL wine into 250 mL beaker, add 50 mL H₂O and 1.0 mL HNO₃, and titr. as above.

$$\text{ppm Cl} = (V_s/V_t) \times C \times 2 \times 10,$$

where V_s = mL std AgNO₃ used by sample, V_t = mL std AgNO₃ used by std Cl soln, and C = 5.0 = mg Cl in 5 mL std Cl soln used.

Phosphorus (5)—Official Final Action

[Caution: See 51.018, 51.019, 51.026, and 51.028.]

11.032

Reagents

(a) Molybdovanadate reagent.—Prep. as in 2.022(a), except use 200 mL 70% HClO₄.

(b) Phosphate std soln.—1 mg P₂O₅/mL. Dissolve 1.9174 g pure, dry (2 hr at 105°) KH₂PO₄ in 1 L H₂O. Prep. fresh weekly.

11.033

Preparation of Standard Curve

Prep. series of std solns contg 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, and 0.4 mg P₂O₅/mL. Perform following operations within 5 min: Pipet 5 mL aliquots into 100 mL vol. flasks, and add 50 mL H₂O and 4 mL 70% HClO₄. Pipet 20 mL molybdovanadate reagent into each flask, dil. to vol. with H₂O, and shake thoroly. Let stand 15 min.

Det. A of blank and stds in set of matched cells against H₂O as ref. at 400 nm. Correct stds for A of blank and plot corrected A against concn in mg P₂O₅/100 mL soln.

11.034

Determination

(a) Wet ash method.—Pipet 5 mL sample into 100 mL Pyrex beaker and evap. to dryness on steam bath. Add 15 mL HNO₃ and few SiC boiling chips, cover with watch glass, and heat gently until residue dissolves. Boil gently 10–15 min to oxidize easily oxidizable org. matter, cool, add 4 mL 70% HClO₄ and boil gently until soln fumes copiously and is nearly colorless. (Remove watch glass when soln starts to fume. Do not evap. to dryness.) If soln is brown, add 2 mL HNO₃ and boil again. Cool slightly, add ca 25 mL H₂O, boil few min, and transfer to 100 mL vol. flask. Rinse beaker with H₂O, adding washings to flask to total vol. of 50–60 mL.

Within 5 min for series, add 20 mL molybdovanadate reagent to each flask, dil. to 100 mL, mix thoroly, and read A at 400 nm

after 15 min. Carry blank and std thru entire detn. Subtract A of blank from that of sample.

(b) *Dry ash method*.—Pipet 5 mL sample into Pt dish and evap. to dryness on steam bath. Carefully char over low flame and ash in furnace at $\approx 550^\circ$. Pipet in 4 mL 70% HClO_4 , add ca 20 mL H_2O , and warm to dissolve ash. Transfer quant. to 100 mL vol. flask, cool to room temp., and proceed as in (a).

$$\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ mL} = A_{\text{sample}} \times 20/A_{\text{std}}$$

11.035 Sulfates—Official Final Action

See 30.083.

11.036 pH—Official Final Action

Let pH meter with glass and calomel electrodes warm up before use according to manufacturer's instructions. Check meter with freshly prepd, satd, aq. soln of K bitartrate, 50.007(b). Adjust meter to read 3.55 at 20° , 3.56 at 25° , or 3.55 at 30° .

Rinse electrodes free of bitartrate by dipping in H_2O and then in sample. Place electrodes in fresh sample, det. temp., and read pH to nearest 0.01 unit.

11.037 Total Acidity—Official Final Action

American Society of Enologists Method (6)

Remove CO_2 , if present, by either of following methods: (1) Place ca 25 mL sample in small erlenmeyer and connect to H_2O aspirator. Agitate 1 min under vac. (2) Place ca 25 mL sample in small erlenmeyer, heat to incipient boiling and hold 30 sec, swirl, and cool.

Add 1 mL phthln indicator soln to 200 mL hot, boiled H_2O in 500 mL wide-mouth erlenmeyer. Neutze to distinct pink. Add 5.00 mL degassed sample and titr. with 0.1N (or 0.0667N) stdzd NaOH to same end point, using well-illuminated white background.

Calc. g tartaric acid/100 mL wine = mL NaOH \times normality \times 0.075 \times 100/5. If 0.0667N alkali is used, g tartaric acid/100 mL = mL NaOH /10.

Total Volatile Acidity (7)—Official Final Action

11.038 Apparatus

(a) *Steam distillation apparatus*.—See Fig. 9:03.

(b) *Cash electric still*.—See Fig. 11:02. Consists of outer chamber, inner chamber, trap, 2-way stopcock, elec. coil heater, and glass "T" inlet-outlet for H_2O . All parts are of Pyrex. Residue in inner chamber after distn is flushed out automatically by vac. action when current is shut off. Addn of H_2O thru funnel above stopcock gives automatic spray bath to inner chamber, and waste drains thru outlet in glass "T." Two-way stopcock permits introduction of sample, serves as escape vent for CO_2 , and allows introduction of wash H_2O . (Available from VWR Scientific, Inc., PO Box 3200, San Francisco, CA 94119, Cat. No. 26308 001.)

11.039 Preparation of Sample

Remove dissolved CO_2 from ca 50 mL sample by either: Placing under low vac. (H_2O aspirator) 2 min with continuous stirring; or bringing to incipient boiling under air condenser and cooling immediately.

11.040 Determination

(a) *Steam distillation apparatus*.—Add ca 600 mL boiled H_2O to outer chamber of still. Pipet 25 mL freshly prepd sample into inner chamber and stopper. Boil H_2O 3 min with sidearm open. Close and distil ca 300 mL into erlenmeyer. Add 0.5 mL phthln

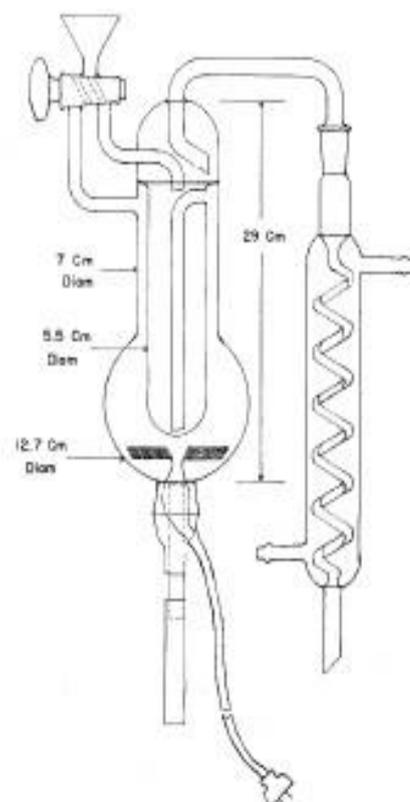


FIG. 11:02—Volatile acid still (Cash still)

to distillate and titr. rapidly with 0.1N NaOH until pink persists 15 sec. Express results as g HOAc /100 mL = mL 0.1N NaOH \times 0.006 \times 4.

(b) *Cash electric still*.—Add H_2O and pipet sample as in (a). Rinse funnel with ca 5 mL H_2O . Distil ca 300 mL into erlenmeyer. Titr. and express results as in (a). (Disconnect heating coil immediately and empty still by opening drain tube and stopcock to inner tube. Rinse still with two 10–15 mL portions H_2O by adding thru funnel; evacuate each portion thru drain tube.)

Volatilic Acidity—Exclusive of SO_2

11.041 By Barium Hydroxide Treatment (8) Official First Action

Pipet 50 mL sample into 100 mL vol. flask. If white, add 2–3 drops phthln, and neutze to decided pink with clear satd $\text{Ba}(\text{OH})_2$ soln; if red, add enough $\text{Ba}(\text{OH})_2$ soln to bring mixt. to ca pH 8, using phthln as external indicator. Let mixt. stand 30 min and keep at phthln end point by adding more $\text{Ba}(\text{OH})_2$ if necessary. Dil. to 100 mL, mix, and filter rapidly thru fluted, rapid paper (such as Whatman No. 2). Pipet 50 mL prepd sample and 1 mL H_2SO_4 (1+3) into inner chamber of still, 11.038(a) or (b), and stopper. Proceed as in 11.040. Express results as g HOAc /100 mL as in 11.040(a).

By Mercuric Oxide Treatment (9)—Official Final Action

11.042 Apparatus and Reagents

(a) *Cash electric still*.—See 11.038(b) and Fig. 11:02.

(b) *Antifoam soln.*—Dil. 1 mL Antifoam C Emulsion to 50 mL with H₂O.

(c) *Mercuric oxide soln.*—Dissolve 1 g red HgO in 100 mL H₂SO₄ (1+9).

(d) *Phenolphthalein indicator soln.*—Dissolve 1 g phthln in 70 mL alcohol, add 30 mL H₂O, and mix.

(e) *Sodium hydroxide std soln.*—0.0167*N*. Prep. as in 50.032–50.034. Stds as in 50.035 or 50.036, using phthln indicator, (d).

11.043**Determination**

(Caution: See 51.065.)

Pipet 10 mL sample into funnel of still, (a), letting it flow into inner tube. When analyzing young wines, add 2–3 drops antifoam soln, (b), to funnel. Rinse sample and antifoam soln into inner tube with ca 5 mL H₂O. Add 2 mL HgO soln, (c), to funnel (to form nonvolatile mercuric bisulfite complex with SO₂), and rinse into inner tube with ca 5 mL H₂O. Turn stopcock so that outer chamber of still is open to atm., and heat ca 600 mL H₂O in outer chamber until steam escapes. After 15 sec, close stopcock and collect 100 mL distillate in 250 mL erlenmeyer. Disconnect heating coil immediately and empty still by opening drain tube to outer chamber and stopcock to inner tube. Rinse inner tube with two 10–15 mL portions H₂O by adding thru funnel; evacuate each portion thru drain tube. Bring distillate to bp on hot plate and boil ≈30 sec. Add 3 drops phthln indicator soln, (d), and titr. while still hot with NaOH std soln, (e), to pink end point that lasts 15–30 sec.

$$\text{g HOAc}/100 \text{ mL} = \text{mL NaOH} \times N \times 0.60,$$

where *N* = normality of NaOH soln.

11.044 Fixed Acidity—Official Final Action

Calc. fixed acidity by multiplying total volatile acidity by 1.25 for tartaric, 1.12 for malic, or 1.17 for citric acid (hydrate), and subtracting product from total acidity.

Total Tartaric Acid (10)—Official Final Action**11.045 Titration Method**

Neutralize 100 mL sample with 1*N* NaOH, calcg from acidity, 11.037, mL 1*N* alkali necessary. If >10 mL alkali is added, evap. to ca 100 mL. Add, to neutrd soln, 0.075 g tartaric acid for each mL 1*N* alkali added. It is essential that the tartaric acid be pure; recrystallize from H₂O, if necessary. After tartaric acid dissolves, add 2 mL HOAc and 15 g KCl. After KCl dissolves, add 15 mL alcohol, stir vigorously until KHC₄H₄O₆ begins to ppt, and refrigerate ≈15 hr at 15–18°.

Decant onto gooch prepd with very thin film of asbestos, or onto filter paper in buchner. Wash ppt from beaker with filtrate (keep cold) and finally rinse beaker and filter 3 times with few mL mixt. of 15 g KCl, 20 mL alcohol, and 100 mL H₂O, using ≈20 mL wash soln in all. Transfer asbestos or paper and ppt to beaker in which pptn was made; wash gooch or buchner with hot H₂O, using ca 50 mL in all; heat to bp, and titr. hot soln with 0.1*N* NaOH, using phthln. Increase number of mL 0.1*N* alkali required by 1.5 mL to allow for solubility of ppt. Under these conditions 1 mL 0.1*N* alkali = 0.015 g tartaric acid. To obtain g total tartaric acid/100 mL wine, subtract wt tartaric acid added from this result.

11.046 ★ Bitartrate Method ★

See 22.063★.

★ Surplus method—see inside front cover.

11.047 ★ Citric and Malic Acids—Official First Action ★

For citric and malic acids occurring in normal wines in small amts only, use 100 mL sample and evap. to 45 mL. After saponification, 22.063★, proceed as in 22.064★, 22.067★, or 22.075.

11.048 Lactic Acid (77)—Official Final Action

Transfer 25 mL sample to 250 mL vol. flask, add ca 25 mL H₂O and 100 mL alcohol, and shake vigorously. Dil. to vol. with alcohol and filter thru folded paper. Transfer 200 mL filtrate to 400 mL beaker and evap. to ca 25 mL. Add 50 mL H₂O and again evap. to 25 mL. Transfer material to continuous extractor with 25 mL H₂O and proceed as in 16.030–16.031.

11.049 Tannin—Official Final Action

See 9.100.

11.050 Total Nitrogen—Official Final Action

Det. N in 50 mL sample as in 2.057. Crude protein = *N* × 6.25.

11.051 ★ Pentosans—Official Final Action ★

(Applicable to dry wines only)

See 11.044, 10th ed.

Free Aldehydes (72)—Official Final Action**Direct Method****11.052****Reagents**

See 9.060.

11.053**Determination**

Pipet 50 mL sample, contg ≈30 mg acetaldehyde, into 500 mL distg flask and proceed as in 9.063, beginning "... add 50 mL *sald borax soln*, ..."

Caramel—Official Final Action**Mathers Test (13)****11.054****Reagents**

(a) *Pectin soln.*—Dissolve 1 g pectin in 75 mL H₂O, add 25 mL alcohol to preserve, and shake well before using.

(b) *2,4-DNPH soln.*—Dissolve 1 g 2,4-dinitrophenylhydrazine in 7.5 mL H₂SO₄ and dil. to 75 mL with alcohol. (If kept in g-s bottle, soln will remain clear and stable several months.)

11.055**Preliminary Test**

Place 10 mL filtered sample in Babcock cream bottle, 16.157(a), or other centrf. tube. Add 1 mL pectin soln and mix; add 3–5 drops HCl and mix; fill bottle with alcohol (ca 50 mL), mix, centrf., and decant. Dissolve ppt in 10 mL H₂O, and add HCl and alcohol as above; shake well, centrf., and decant. Repeat operation until alc. liq. is colorless. Finally, dissolve gelatinous residue in 10 mL hot H₂O. If soln is colorless, caramel is absent; if soln is clear brown, caramel may be present. Confirm as follows: Add 1 mL 2,4-DNPH soln, mix, and heat 30 min in boiling H₂O. Ppt forms if caramel is present.

11.056**★ Confirmatory Test ★**

See 11.047, 10th ed.

stopcock, gently tap Hg columns, and read manometer to nearest 0.5 mm to obtain initial reading. Hg levels should remain const; changes indicate leak, probably caused by insufficient grease at joints.

Add 10 mL H_2PO_4 and continue rapid stirring 5 min. Gently tap Hg columns and read total pressure in cm Hg to nearest 0.5 mm to obtain final reading. Record gas temp. in $^{\circ}C$.

Open 3-way stopcock on app. to pump. Then slowly open 3-way stopcock between pump and app. to let air flow into system. Disconnect app. and thoroughly wash inner portion of acid dispensing unit and reaction flask. Rinse with acetone and dry with suction.

Det. total pressure from each $NaHCO_3$ std soln in triplicate and calc. av. vol. of system as follows:

From final pressure reading in cm Hg, subtract initial reading and vapor pressure increase due to H_2PO_4 effect as given in table:

% Alcohol	Vapor Pressure, cm, Increase Due to H_2PO_4
0	0.67
5	0.68
10	0.69
15	0.75
20	0.77
25	0.77
50	1.00
75	1.53
100	2.80

Then $V = 76RTg/MP$, where V is system vol. in L; R is gas const in L-atm./degree/mole, 0.08205; T is absolute temp., 273 + room temp. in $^{\circ}C$; g is g CO_2 in 50 mL sample; M is MW of CO_2 in g; and P is corrected pressure of CO_2 in cm Hg.

Calc. correction for Hg displaced in manometer tubing, $V_m = \pi r^2 L / 2$, where L is difference in ht of Hg column in cm and r is internal radius of manometer tubing.

Calibrated vol. of system, $V_s = V - V_m$.

In calc wt CO_2 in sample, Hg displaced in manometer tubing, V_m , is added to calibrated vol. of system, V_s ($V = V_s + V_m$).

11.061 Preparation of Sample

Chill unopened bottle of wine in ice-salt bath to slightly $<32^{\circ}F$ (30 min for $\frac{1}{2}$ gal. bottle and 1 hr for $\frac{1}{4}$). Open bottle and rapidly add 1.5 mL 50% NaOH soln for each 100 mL wine. Quickly close bottle with rubber stopper, remove from bath, and shake several min. Let contents come to room temp.

11.062 Determination

Pipet 50 mL sample and 3 mL 10% H_2O_2 into reaction flask, carefully grease joints, and proceed as in 11.060.

From total pressure in cm Hg, subtract vapor pressure of alcohol- H_2O and pressure due to H_2PO_4 effect. Calc. g CO_2 /100 mL wine = $14.327PV/T$.

To correct for anomalous results which occur with certain fruit wines (e.g., apple), place duplicate sample in 500 mL heavy-wall flask at room temp., shake 1-2 min under ca 69 cm (27°) vac., and proceed as above. Subtract value obtained from apparent CO_2 concn of carbonated wine.

Volumetric Method (16)

11.063 Reagents

(a) Sodium hydroxide std soln.—0.25N. Prep. as in 50.032-50.034. Stdze as in 50.035 or 50.036, using phthln-thymolphthalein indicator, (e). Restdze daily against std HCl. (b), in presence of 5 mL $BaCl_2$ soln, (c), and indicator, (e).

(b) Hydrochloric acid std soln.—0.25N. Stdze against std NaOH, (a), using indicator (e).

(c) Barium chloride soln.—Dissolve 60-65 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ in 1 L H_2O and neutze to phthln.

(d) Acid phosphate soln.—Dissolve 20 g $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ in H_2O , add 3 mL H_2PO_4 , and dil. to 100 mL.

(e) Phenolphthalein-thymolphthalein mixed indicator.—Dissolve 1 g phthln and 0.5 g thymolphthalein in 100 mL alcohol.

11.064 Apparatus

See Fig. 11-04. Connect 500 mL special distg flask (rubber stopper and ordinary distg flask may be used) thru ca 8 mm glass tubing to series of 3 Pyrex test tubes, 25 x 200 mm, each fitted at inlet with gas dispersion tube with 12 mm fritted and of coarse porosity and 8 mm stem (Fisher No. 11-138, or equiv.). Connect final exit tube to trapped vac. line or filter pump.

11.065 Determination

Connect app. and place test tube receivers in beaker of H_2O at $<27^{\circ}$. Pipet 20 mL std 0.25N NaOH into first 2 receivers and 10 mL 0.25N NaOH and 10 mL $BaCl_2$ soln into third.

Pipet 50 mL alk. wine, 11.061, into distg flask and add 3 mL 10% H_2O_2 , 11.062(b). Add boiling chips (not marble). Attach vac. line to last receiver and slowly increase vac. until bubbling practically stops; then open vac. line fully. (This keeps system under partial vac. so that stoppers will not be blown out on heating by sudden surge of steam or CO_2 .) Add ca 35 mL acid phosphate soln to dropping funnel and carefully admit ca 30 mL into distg flask. Agitate flask gently to mix acid and sample.

Heat gently and when CO_2 evolution slows, heat vigorously. After few mL of liq. distils and top of first receiver is warm, all CO_2 will have been driven into receivers. Close vac. line between trap and receivers and slowly admit air thru dropping funnel until pressure equilibrium is reached.

Transfer contents and rinsings of first 2 receivers and dispersion tubes into titm flask. (Also add contents of third if $BaCl_2$ has pptd.) Add 50 mL $BaCl_2$ soln and titr. with std HCl to phthln end point.

Wt CO_2 in g/100 mL = $[(mL NaOH \times normality) - (mL HCl \times normality)] \times 0.022 \times (100/50) \times 1.015$.

Enzymatic Method (17)—Official Final Action

11.066 Reagent

Carbonic anhydrase soln.—Prep. aq. soln contg ca 1 mg enzyme/mL. Soln is stable ca 2 weeks in refrigerator.

11.067 Determination

Cool sample to $<0^{\circ}$, so that it can be pipetted without loss of CO_2 . With automatic 25 or 30 mL pipet with Teflon stopcock, dispense aliquot of 0.1N NaOH into beaker. Rinse 20 mL pipet with sample to prevent warming sample with possible loss of CO_2 . Pipet sample with tip submerged just below surface of NaOH in beaker. Add 3-4 drops enzyme, and place beaker under glass and calomel electrodes. Titr. to pH 8.45 with 0.1N H_2SO_4 from 5 mL buret graduated in 0.01 mL.

To correct for presence of acids other than H_2CO_3 , place 50 mL wine in 500 mL heavy-wall flask at room temp. and agitate 1 min under vac. of ca 27° (69 cm). Titr. 20 mL to pH 7.75 with 0.1N NaOH as above. Subtract mL used from that used in first titm. Calc. as follows: (Net mL NaOH x normality - mL H_2SO_4 x normality) x 100 x 44/mL sample = mg CO_2 /100 mL wine.

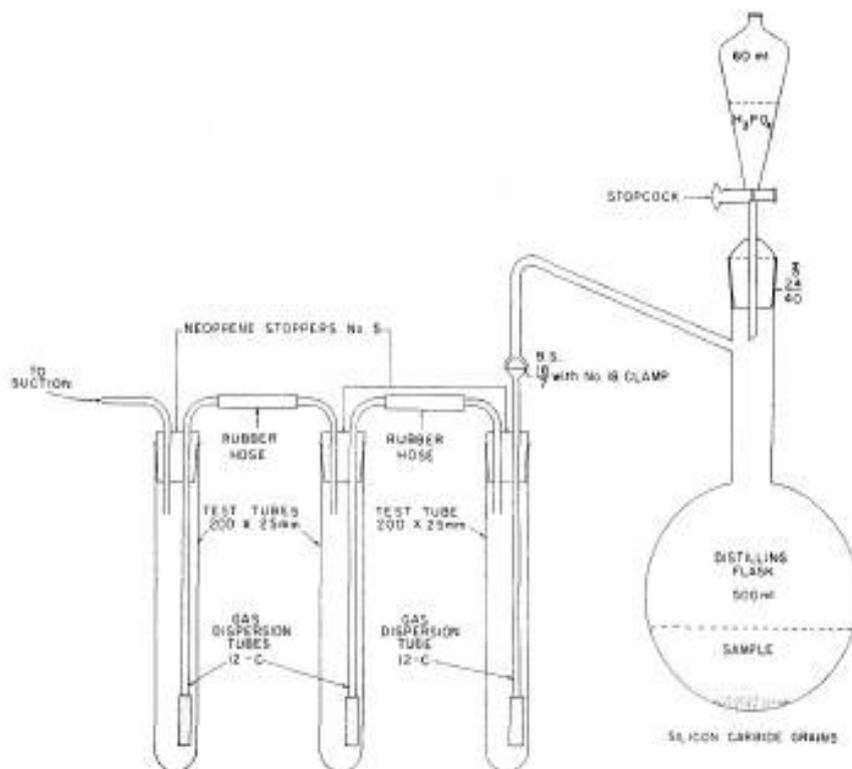


FIG. 11-94—Carbon dioxide apparatus; volumetric method

PRESERVATIVES

11.068 Preservatives—Official Final Action

See also Chap. 20.

11.069 Sulfurous Acid (78)—Official Final Action

Proceed as in 20.108, using 100–300 mL sample. Report results as mg SO_2/L . (As SO_2 in wine is unstable, give sample no preparatory degassing treatment and expose to air for min. time prior to detn.)

Sorbic Acid—Official Final Action (79)

Ultraviolet Method

11.070

Apparatus

- (a) Cash electric still.—See 11.038(b) and Fig. 11.02.
(b) Ultraviolet spectrophotometer.

11.071

Reagents

- (a) Hydrochloric acid.—0.1*N*. Dil. 8.2 mL HCl to 1 L with H_2O .
(b) Sorbic acid std soln.—1.0 mg/mL. Accurately weigh 1.340 g K sorbate (equiv. to 1.000 g sorbic acid) in 1 L vol. flask, and dissolve and dil. to vol. with H_2O . Soln is stable several days when refrigerated.

11.072

Preparation of Standard Curve

Pipet 0, 10, 20, 30, and 40 mL sorbic acid std soln into sep. 100 mL vol. flasks, and dil. to vol. with H_2O . Pipet 2 mL of each soln into sep. 200 mL vol. flasks, add 0.5 mL 0.1*N* HCl, and dil. to vol.

with H_2O . Read *A* at 260 nm in 1 cm cell and plot *A* against concn.

11.073

Determination

Pipet 2 mL wine sample into Cash still. Rinse in with 2–3 mL H_2O . Steam distil into 200 mL vol. flask contg 0.5 mL 0.1*N* HCl. Collect ca 190 mL distillate; dil. to vol. with H_2O . Read *A* at 260 nm in 1 cm cell. Det. concn from std curve.

Colorimetric Method

11.074

Reagents and Standard Curve

See 20.099(a)(2)–(d) and 20.100.

11.075

Determination

Pipet 2 mL wine sample into Cash still. 11.038(b). Rinse in with 2–3 mL H_2O . Steam distil ca 190 mL into 200 mL vol. flask. Dil. to vol. with H_2O . Proceed as in 20.100, beginning "Pipet 2 mL each soln . . ." Det. concn sorbic acid from std curve.

Diethylcarbonate (20)—Official Final Action

11.076

Reagents

- (a) Carbon disulfide.—Treat 200 mL CS_2 with 20 mL fuming HNO_3 ; then wash with 20 mL portions H_2O until wash is neut. to pH paper. (Caution: See 51.026, 51.031, and 51.048.)
(b) Diethylcarbonate std soln.—0.5 mg/mL. Dissolve 50 mg diethylcarbonate in 100 mL alcohol. (If sample contains <1 or >10 mg diethylcarbonate/L, change concn appropriately.)

11.077

Apparatus

Use gas chromatograph with H flame ionization detector. Column: 1.8 m (6') × 1/8" od stainless steel packed with 15% trimethylpropyltripelargonate (Analabs, Inc.) on 80–100 mesh Celite 545 (10–20% Carbowax 20M (Analabs, Inc.) on 80 mesh Firebrick C-22 (Analabs, Inc.) may be used, but yields poorer sepn). GLC conditions: temps (°)—column 80, injection port 180, detector 200; flow rates (mL/min)—N carrier gas 35, H 35, air 400; recorder 1–2.5 mv. Diethylcarbonate retention time is ca 15 min.

11.078

Determination

Measure 100 mL sample in graduate and transfer to 250 mL separator. Add 1 mL alcohol and 20 mL CS₂ and shake >1 min. Let sep., transfer portion of lower layer to small test tube, and centrif. 2–3 min at 2000 rpm to clarify.

Slowly (5 sec) inject 5 µL clear soln from 10 µL syringe. Designate peak area obtained as PA. Likewise, inject 5 µL wine prep'd by adding 1 mL diethylcarbonate std soln to 100 mL wine. Proceed with detn, beginning "... transfer to 250 mL separator." Designate peak area obtained as PA'.

$$\text{mg Diethylcarbonate/L} = (C \times PA \times 10) / (PA' - PA),$$

where C = mg diethylcarbonate/mL std soln.

After each detn increase column temp. to 200° for >20 min to purge other extd compds from column.

FLAVORS

Coumarin (1,2-Benzopyrone) (21)

Gas Chromatographic Method
Official First Action

11.079

Reagents and Apparatus

(a) *Coumarin std soln*.—0.5 mg/mL alcohol. Accurately weigh 100 mg coumarin (Eastman Kodak No. 79, or equiv.), dissolve in alcohol in 200 mL vol. flask, and dil. to vol.

(b) *Gas chromatograph*.—With flame ionization detector and 1.8 m (6') × 2 mm id glass column packed with 10% SP-1000 (Carbowax 20 M-TPA) on 100–120 mesh Chromosorb W AW (No. 01-1982, Supelco, Inc.). Operating conditions: He (use gas purifier filter) carrier gas flow rate—30 mL/min; temps (°)—column 180, injector and detector 200. Adjust GLC operating parameters to obtain optimum sepn and efficiency, with coumarin retention time of ca 15 min.

11.080

Determination

Add 100 mL sample to each of two 250 mL separators. Add 1.0 mL coumarin std soln to one (spiked sample) and 1.0 mL alcohol to other (unspiked sample). Mix thoroly and ext with 20 mL CHCl₃, shaking vigorously 2 min. Let layers sep. and drain ca 10–12 mL CHCl₃ layer into centrif. tube. Swirl stirring rod in tube to aid in breaking emulsion and freeing CHCl₃. Centrif., if necessary, to clarify. Inject 5 µL clear CHCl₃ ext onto GLC column. Average 3 values for calcn.

$$\text{mg Coumarin/L} = [U/S - U] \times 0.5 \times (1000/100),$$

where U = peak ht of unspiked sample, S = peak ht of spiked sample, and 0.5 = mg coumarin added to 100 mL spiked sample.

β-Asarone (cis-2,4,5-Trimethoxy-1-propenylbenzene)Gas Chromatographic Method (22)
Official First Action

11.081

Apparatus and Reagents

(a) *Gas chromatograph*.—With flame ionization detector and 1.8 m × 2 (id) mm glass or stainless steel column packed with

10% SP-1000 (No. 01-1872, Supelco, Inc.) on Chromosorb W HP 80/100. Typical operating conditions—temps (°): column 180, detector and injection port 200; He carrier gas (with purifier filter) flow rate 40 mL/min. Retention times of Et palmitate and *β*-asarone are ca 5 min and 6 min, resp.

(b) *Ethyl palmitate internal std soln*.—Prep. 1 mg/mL soln in hexane.

(c) *β-Asarone std soln*.—Prep. 1 mg/mL soln in alcohol. (*β*-asarone is available on special order as No. TT150 from Fritzsche, Dodge, & Olcott, Inc., 76 Ninth Ave, New York, NY 10011.)

11.082

Preparation of Standard Curve

Prep. std solns contg 1, 2, 3, 4, and 5 mg *β*-asarone/L by adding 100, 200, 300, 400, and 500 µL std soln to sep. 100 mL vol. flasks contg ca 90 mL 20% alcohol. Mix, dil. to vol. with 20% alcohol, and remix.

Transfer entire soln, rinsing with 50 mL H₂O, to simple distg app. and distil ca 100 mL. Transfer distillate to 250 mL separator, add 100 mL std soln of NaCl, and mix. Add 10 mL hexane, shake vigorously 2 min, and let sep. Drain and discard aq. soln. Dry inside of drain tube of separator with tissue or pipe cleaner. Collect hexane in calibrated centrif. tube (10 ± 0.5 mL should be recovered). Add 200 µL Et palmitate internal std soln and mix well. Chromatograph 5 µL of each ext and plot std curve of original concn of mg *β*-asarone/L against peak ht ratio of *β*-asarone-Et palmitate.

11.083

Determination

Distill 100 mL sample and 50 mL H₂O, collecting 100 mL distillate. Transfer distillate, ext with 10 mL hexane, and chromatograph 5 µL as in 11.082. Check for presence of *β*-asarone and Et palmitate. If there is no *β*-asarone peak, *β*-asarone is not present at 0.5 mg/L level. If *β*-asarone is present in range of std curve and no Et palmitate is present, add 200 µL Et palmitate internal std soln to hexane ext, mix, and rechromatograph. Use ratio of peak hts to det. *β*-asarone concn from std curve. If *β*-asarone peak is off scale, dil. hexane ext with hexane to 1–5 mg *β*-asarone/L, add internal std soln, mix, and rechromatograph. If peak is present in ext with same retention time as Et palmitate, use peak hts directly to det. *β*-asarone concn from std curve prep'd from peak hts.

SELECTED REFERENCES

- (1) JAOAC 59, 777(1976); 60, 739(1977).
- (2) Wines and Vines 30, 65(1949); JAOAC 52, 85(1969).
- (3) JAOAC 37, 845(1954); 46, 299(1963).
- (4) JAOAC 49, 498(1966).
- (5) JAOAC 45, 624(1962).
- (6) Am. J. Encl. Viticult. 13, 40(1962); JAOAC 46, 293(1963).
- (7) JAOAC 47, 722(1964).
- (8) JAOAC 23, 183(1940).
- (9) JAOAC 61, 292(1978).
- (10) USDA Bur. Chem. Bull. 162, p. 72.
- (11) JAOAC 20, 605(1937).
- (12) JAOAC 55, 566(1972).
- (13) JAOAC 31, 178(1948).
- (14) JAOAC 53, 777(1970).
- (15) JAOAC 42, 679(1959); 56, 286(1973).
- (16) JAOAC 43, 652(1960).
- (17) JAOAC 47, 711(1964).
- (18) JAOAC 23, 189(1940); 25, 70, 82, 296(1942); 27, 85(1944).
- (19) JAOAC 57, 951(1974); 58, 133(1975).
- (20) JAOAC 55, 557(1972).
- (21) JAOAC 58, 140(1975).
- (22) JAOAC 59, 675(1976).