

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



**TESIS**

---

**EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METANOL Y CONTROL DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO**

---

**PRESENTADO POR:**

Br. JUAN CAÑARI SUTTA

Br. DAVID VICENTE QUISPE PUMAYALLI

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

**ASESORA:**

Dra. LELIA MARÍA RODRÍGUEZ TORRES

**CUSCO-PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:.....

Evaluación del contenido de metanol y control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.

presentado por: Juan Cañari Sutta con DNI Nro.: 48001150 presentado por: David Vicente Quispe Pumayalli con DNI Nro.: 70354683 para optar el título profesional/grado académico de .....

Químico Farmacéutico

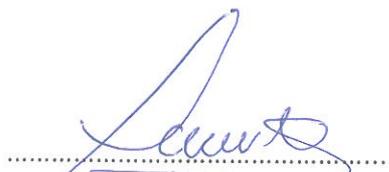
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 09.....%.

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

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

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

Cusco, 27 de noviembre de 2024.....



Firma  
Post firma Yelina María Rodríguez Torres

Nro. de DNI 23963486

ORCID del Asesor 0000-0002-8750-6770

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:409847210

# Juan- David Cañari - Quispe

## Evaluación del contenido de metanol y control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:409897210

Fecha de entrega

26 nov 2024, 9:19 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

26 nov 2024, 10:10 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Evaluación del contenido de metanol y control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la c....docx

Tamaño de archivo

11.3 MB

124 Páginas

23,517 Palabras

131,773 Caracteres

# 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 17 palabras)

## Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi luz y mi fortaleza en cada paso de este camino. Gracias por brindarme Tu amor, guía y sabiduría, y por darme la fuerza necesaria para superar los desafíos. Todo lo que he logrado es gracias a Ti.

A mis padres, Vicente Quispe Suma y Felicitas Pumayalli Sallo, por su amor incondicional, por creer en mí y por enseñarme el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Su apoyo ha sido mi impulso constante.

A mis hermanos, por su cariño, compañía y por ser un ejemplo de alegría y motivación. Su presencia ha hecho este recorrido mucho más llevadero y significativo.

Este logro es una ofrenda a todos ustedes, con todo mi amor y gratitud.

### **David Vicente Quispe Pumayalli**

A Dios, quien fue mi principal apoyo y fuente de fortaleza para alcanzar esta meta, brindándome la energía y el ánimo necesarios para no rendirme.

A mi madre, Alejandrina Sutta Ayqui, por su amor incondicional y su apoyo constante. Tu fortaleza y dedicación han sido mi mayor inspiración. Este logro es un reflejo de tu amor y sacrificio.

A mi padre, Domingo Cañari Pumachapi, cuya memoria siempre ilumina mi camino. Aunque ya no estés conmigo, tu amor y sabiduría siguen siendo mi guía constante.

Al Sr. Roberto Vargas y a Benedicta Jurado, por haberme brindado el cariño de un padre y su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional. Su confianza y guía constante han sido pilares fundamentales en este camino, haciendo posible la realización de este logro.

A mis hermanas, María Clemencia y Eulalia, por su constante motivación y confianza en mí.

A Ronald, Gilbert, Edy y Yuri, por su apoyo y aliento constante. Su respaldo ha sido crucial en este logro.

**Juan Cañari Sutta**

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradecemos a Dios, por su guía, fortaleza y sabiduría, que nos permitieron superar los desafíos y culminar este proyecto con éxito.

A nuestra asesora, Dra. Lelia María Rodríguez Torrez, por su dedicación, paciencia y valiosos consejos a lo largo de todo este proceso. Su apoyo fue esencial para la realización de esta investigación.

De igual manera, agradecemos a nuestros docentes, Q.F. Carlos Alberto Moreyra Pachas, Mgt. Q.F. Anahí Karina Cardona Rivero y Mgt. Q.F. Roger Giancarlo Gutiérrez Chávez, por sus críticas constructivas y sus observaciones, que enriquecieron y mejoraron nuestro trabajo.

A nuestros compañeros y amigos, quienes nos brindaron su compañía y apoyo incondicional en los momentos de mayor dificultad. Sus consejos y palabras de aliento fueron una fuente de fortaleza a lo largo de este camino.

Finalmente, agradecemos a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por brindarnos el espacio y las oportunidades que hicieron posible nuestro desarrollo académico y personal.

¡Gracias a todos por ser parte de este logro!

**Los autores**



2.2.3	ALCOHOLES .....	21
2.2.3.1	ETANOL .....	21
2.2.3.2	METANOL .....	21
2.2.4	ESPECTROFOTOMETRÍA .....	24
2.2.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO .....	25
2.2.5.1	COLIFORMES.....	26
2.2.5.2	MOHOS Y LEVADURAS .....	27
2.2.6	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	28
CAPÍTULO III .....		29
MATERIALES Y MÉTODOS .....		29
3.1	MATERIALES Y EQUIPOS .....	29
3.2	METODOLOGÍA .....	32
3.2.1	TIPO DE ESTUDIO.....	32
3.2.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.3.1	POBLACIÓN .....	32
3.3.2	MUESTRA.....	33
3.3.2.1	TAMAÑO DE MUESTRA.....	33
3.3.2.2	TIPO DE MUESTREO .....	33
3.4	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	33
3.4.1	CRITERIO DE INCLUSIÓN.....	33
3.4.2	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	34
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	34
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	35
3.7	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	36
3.8	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO .....	37
3.9	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO .....	38
3.9.1	DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO.....	38
3.9.2	DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENIONES....	40
3.9.3	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA.....	41
3.9.4	DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL.....	42
3.10	DETERMINACIÓN DE METANOL (MÉTODO POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV/VIS - NTP 210.022 2019).....	44

3.10.1 PREPARACIÓN DE REACTIVOS .....	45
3.10.2 PREPARACIÓN DE CURVA PATRÓN DE METANOL.....	46
3.10.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DESTILADAS .....	47
3.10.4 EXPRESIÓN DE RESULTADOS .....	47
3.11 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	48
3.11.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS CON AGUA PEPTONADA ....	48
3.11.1.1 TEST PRESUNTIVO DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES –CALDO LAURIL SULFATO .....	49
3.11.1.2 DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS - AGAR SABOURAUD GLUCOSADO .....	53
CAPÍTULO IV.....	57
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
4.1 DE LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO CUSCO.....	57
4.2 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS (GRADO ALCOHÓLICO, pH, DENSIDAD RELATIVA, ACIDEZ TOTAL) DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO. ....	60
4.2.1 GRADO ALCOHÓLICO.....	60
4.2.2 pH.....	62
4.2.3 DENSIDAD RELATIVA .....	65
4.2.4 ACIDEZ TOTAL .....	67
4.3 RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METANOL DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO. ....	70
4.3.1 ESTÁNDAR DEL METANOL- CURVA DE CALIBRACIÓN.....	70
4.3.2 CONTENIDO DEL METANOL DE LA CHICHA DE JORA.....	72
4.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES, MOHOS Y LEVADURAS) DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO .....	75
4.4.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CHICHA DE JORA.....	75
4.4.1.1 COLIFORMES TOTALES.....	75

4.4.1.2 COLIFORMES FECALES.....	76
4.4.1.3 MOHOS Y LEVADURAS.....	77
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES .....	81
BIBLIOGRAFÍA .....	83
ANEXOS .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Mapa de picanterías y chicherías tradicionales de cusco. ....	16
Figura N° 2. Proceso de fermentación.....	17
Figura N° 3. Toxicodinámia del metanol.....	22
Figura N° 4. Ley de Lambert-Beer.....	25
Figura N° 5. Reacción de oxidación de metanol a formaldehido .....	44
Figura N° 6. Reacción entre formaldehido y ácido Cromotrópico.....	45
Figura N° 7. Reporte de los resultados del grado alcohólico.....	61
Figura N° 8. Reporte de los resultados de potencial de hidrogeniones (pH) ....	63
Figura N° 9. Reporte de los resultados de la densidad relativa.....	66
Figura N° 10. Reporte de los resultados de la acidez total (% ácido láctico)....	68
Figura N° 11. Resultados del estándar de metanol – curva de calibración .....	71
Figura N° 12. Reporte de los resultados de la concentración de metanol.....	73
Figura N° 13. Reporte de control de los resultados de las concentraciones de metanol. ....	74
Figura N° 14. Reporte de los resultados de Mohos y levaduras.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Composición en cada 100 g de alimento.....	18
Tabla N° 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos organolépticos, físicoquímicos y microbiológicos. ....	34
Tabla N° 3. Técnicas de procesamiento de análisis estadístico.....	35
Tabla N° 4. Interpretación de resultados – Kappa.....	37
Tabla N° 5. Operacionalización de variables.....	55
Tabla N° 6. Resultados del análisis organoléptico .....	57
Tabla N° 7. Resultados del grado de alcohólico.....	60
Tabla N° 8. Resultados del potencial de hidrogeniones (pH) .....	62
Tabla N° 9. Resultados de la densidad relativa .....	65
Tabla N° 10. Resultados de la acidez total (% ácido láctico).....	67
Tabla N° 11. Resultados de absorbancia de metanol (concentración vs absorbancia) .....	70
Tabla N° 12. Resultados de la concentración de metanol.....	72
Tabla N° 13. Resultados de coliformes totales.....	75
Tabla N° 14. Resultados de coliformes fecales .....	76
Tabla N° 15. Resultados de Mohos y levaduras.....	77

## ÍNDICE DE ESQUEMA

Esquema N° 1. Procedimiento general.....	36
Esquema N° 2. Análisis organoléptico.....	38
Esquema N° 3. Determinación de grado alcohólico .....	40
Esquema N° 4. Determinación del potencial de hidrogeniones.....	41
Esquema N° 5. Determinación de la densidad relativa .....	42
Esquema N° 6. Determinación de acidez total .....	44
Esquema N° 7. Determinación de metanol.....	48
Esquema N° 8. Determinación de coliformes totales y fecales. ....	52
Esquema N° 9. Determinación de mohos y levaduras .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. NORMAS QUE ESTABLES LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD .....	93
Anexo 2. HOJAS DE REGISTRO PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO, FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO .....	101
Anexo 3. TABLA PROBABILÍSTICA, NÚMERO MÁS PROBABLE.....	104
Anexo 4. PANEL FOTOGRÁFICO .....	105

## ABREVIATURAS

**Alc. Vol:** Alcohol por Volumen.

**DDC:** dirección desconcertada de cultura

**DIGESA:** Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.

**g:** Gramos

**INEN:** Instituto Ecuatoriano de Normalización

**INS:** Instituto Nacional de Salud

**L:** Litros

**mg:** Miligramos

**MINSA:** Ministerio de Salud

**mL:** Mililitros

**NB:** Norma Boliviana

**nm:** Nanómetros

**NMP:** Número Más Probable

**NOM:** Norma Oficial Mexicana

**NTE:** Norma Técnica Ecuatoriana

**NTP:** Norma Técnica Peruana

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**pH:** Potencial de Hidrogeniones

**Ppm:** Partes por Millón

**R<sup>2</sup>:** Coeficiente de Determinación

**SSA:** Secretaría de Salud

**UFC:** Unidades Formadoras de Colonias

**UV/VIS:** Espectrofotometría Ultravioleta-Visible

**°C:** Grados Centígrados

**°GL:** Grados Gay-Lussac

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como **objetivo** evaluar el contenido de metanol y control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. **Metodología:** se utilizaron 26 muestras de chicha recolectadas en distintas chicherías y picanterías del distrito de Cusco, lista para su consumo y disponibilidad al público. Se evaluaron las características organolépticas, parámetros fisicoquímicos, contenido de metanol y la calidad microbiológica de la chicha de jora, en base a las normativas Norma Boliviana 324016 - 05, Norma Técnica Peruana 211.009:2012 y Norma Técnica Ecuatoriana 2262: 2003. Los **resultados** indican que la chicha de jora analizada presenta las características organolépticas típicas de esta bebida. El grado alcohólico vario entre un mínimo de 1 °GL y un máximo de 4 °GL, mientras que del pH el valor mínimo registrado fue de 2.63 y valor máximo de 3.20. La densidad relativa tiene valor mínimo de 1.0031 y máximo de 1.0367. En cuanto a la acidez total (expresada en % de ácido láctico), el registro mínimo fue de 0.422% y máximo de 1.0003%. Los valores de metanol presentan una concentración mínima de 0.377 mg/100 mL y un valor máximo de 591.661 mg/100 mL. Ninguna de las muestras presentó coliformes totales, con valores inferiores a 3 NMP/mL, y no se detectó la presencia de coliformes fecales. Los niveles de mohos y levaduras variaron con un valor mínimo de  $31 \times 10^5$  UFC/mL y un máximo de  $31.2 \times 10^7$  UFC/mL. El 100 % de las muestras de chicha de jora fueron aptas según grado alcohólico, densidad y coliformes. Para el pH, el 76.9 % fue apto, y el 80.8 % cumplió con el límite de metanol. Sin embargo, ninguna muestra fue apta en mohos y levaduras.

De las 26 muestras de chicha de jora evaluadas, se **concluye** que ninguna cumple con la totalidad de los requisitos establecidos en las tres normativas (Norma Boliviana 324016-05, Norma Técnica Peruana 211.009:2012 y Norma Técnica Ecuatoriana 2 262:2003). Esto pone de manifiesto la necesidad de un control más detallado en la producción y comercialización de la chicha de jora, a fin de asegurar que se cumplan los estándares de calidad e inocuidad establecidos.

**Palabras clave:** chicha de jora, metanol, características organolépticas, características fisicoquímicas, características microbiológicas.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the methanol content and the physicochemical and microbiological quality control of chicha de jora sold in the Cusco district. **Methodology:** A total of 26 samples of chicha de jora were collected from various "chicherías" and "picanterías" in the Cusco district, ready for consumption and publicly available. The organoleptic characteristics, physicochemical parameters, methanol content, and microbiological quality of the chicha de jora were assessed based on the standards established by Bolivian Standard 324016-05, Peruvian Technical Standard 211.009:2012, and Ecuadorian Technical Standard 2262:2003.

The results indicate that the analyzed chicha de jora exhibits the typical organoleptic characteristics of this beverage. The alcohol content ranged from a minimum of 1 °GL to a maximum of 4 °GL, while the pH recorded a minimum value of 2.63 and a maximum value of 3.20. The relative density ranged from a minimum of 1.0031 to a maximum of 1.0367. Regarding total acidity (expressed as % of lactic acid), the minimum value was 0.422% and the maximum value was 1.0003%. Methanol levels ranged from a minimum concentration of 0.377 mg/100 mL to a maximum concentration of 591.661 mg/100 mL. None of the samples showed total coliforms, with values below 3 NMP/mL, and no fecal coliforms were detected. The levels of molds and yeasts varied, with a minimum value of  $31 \times 10^5$  UFC/mL and a maximum value of  $31.2 \times 10^7$  UFC/mL. A total of 100% of the chicha de jora samples met the standards for alcohol content, density, and coliforms. For pH, 76.9% of the samples were compliant, and 80.8% complied with the methanol limit. However, none of the samples met the standards for molds and yeasts.

From the 26 evaluated chicha de jora samples, it is concluded that none fully meet the requirements established by the three standards (Bolivian Standard 324016-05, Peruvian Technical Standard 211.009:2012, and Ecuadorian Technical Standard 2262:2003). This highlights the need for more detailed control in the production and commercialization of chicha de jora to ensure compliance with established quality and safety standards.

**Keywords:** chicha de jora, methanol, organoleptic characteristics, physicochemical characteristics, microbiological characteristics.

## INTRODUCCIÓN

La chicha de jora, una bebida tradicional peruana con raíces ancestrales en la fermentación del maíz, ha adquirido un papel central en la idiosincrasia y el patrimonio cultural del distrito de Cusco(1). Esta bebida no solo es valorada por su arraigo histórico, sino también por su papel significativo en las prácticas ceremoniales y sociales de la región, como el ritual de la challada a la Pachamama antes de su consumo, reflejando así la continuidad cultural desde tiempos antiguos hasta la actualidad(2).

El consumo de la chicha de jora en Cusco y sus provincias subraya su importancia cultural y económica(1). Sin embargo, la calidad y seguridad de este producto deben ser garantizadas debido a la posible presencia de metanol, un compuesto potencialmente peligroso que puede estar presente en concentraciones elevadas debido a prácticas de producción inadecuadas por parte de los productores(3).

La evaluación de las características físicas, químicas y el análisis microbiológico de la chicha de jora son importantes para asegurar su calidad y seguridad alimentaria. Estos aspectos no solo son indicativos de conformidad con normativas nacionales e internacionales, sino que también son fundamentales para proteger la salud pública y preservar la herencia cultural asociada con esta bebida(4).

En esta investigación se busca determinar la situación actual de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco mediante la evaluación del contenido de metanol por espectrofotometría UV/VIS, el control de la calidad fisicoquímica (grado alcohólico, pH, densidad relativa y acidez total), y la calidad microbiológica, a través del recuento de mohos, levaduras y el número más probable de coliformes totales y fecales. A través de este enfoque, se busca no solo contribuir al conocimiento científico sobre la seguridad alimentaria, sino también optimizar las prácticas de producción y comercialización de la chicha de jora, garantizando así su papel continuo como un patrimonio cultural de la región cusqueña.

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la cultura culinaria y social del Perú, la chicha de jora, una bebida fermentada tradicionalmente preparada a partir del maíz, representa un elemento distintivo. Su consumo es arraigado y ampliamente difundido, siendo una parte integral de las festividades y costumbres locales. Sin embargo, a pesar de su relevancia cultural, la seguridad alimentaria y la calidad de esta bebida se encuentran en un escenario de constante preocupación y desafío(1).

Debido a su elaboración artesanal en muchos casos, dentro de los hogares, uno de los principales problemas asociados con la producción de chicha es la falta de higiene. La acumulación de suciedad en las chicherías y sus alrededores, la carencia de instalaciones sanitarias adecuadas y los espacios limitados han contribuido a que esta bebida sea considerada poco higiénica. No obstante, actualmente la chicha sigue siendo consumida de manera comunitaria(5).

Por otro lado, el metanol no es un producto propio de la fermentación alcohólica(6), pero su presencia en este tipo de bebidas puede estar relacionada con prácticas de adulteración. En concentraciones elevadas, representa un riesgo significativo para la salud humana, lo que subraya la importancia de evaluar su concentración en las muestras de chicha de jora.

El metanol es un alcohol primario tóxico, en humanos la toxicidad surge a partir de los productos metabólicos, como el formaldehído y de manera destacada el ácido fórmico. Estos pueden causar disfunciones neurológicas, metabólicas, respiratorias, renales y cardiovasculares. En situaciones más extremas, puede resultar en ceguera irreversible y, en casos graves, llevar a la muerte(7), según el estudio realizado en el Hospital Nacional Dos de Mayo la intoxicación por metanol representa el 0,15 % del total de consultas de emergencia(7). La tasa de mortalidad asociada con esta intoxicación puede llegar hasta un 36%(8).

A pesar de la trascendencia de estos aspectos, existe una notable carencia de investigaciones y estudios enfocados en la determinación de metanol y el control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora en el distrito de

Cusco. En vista de estos desafíos, esta investigación se presenta como un paso importante para analizar de manera científica la problemática de la determinación de metanol y el control de calidad de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco en base a la Norma Boliviana 324016 -05, Norma Técnica Peruana 211.009:2012 y Norma Técnica Ecuatoriana 2 262:2003. El estudio no solo contribuirá al avance del conocimiento en este campo, sino que también brindará directrices valiosas para productores, reguladores y consumidores, fortaleciendo así la confianza y seguridad en el consumo de esta bebida.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cumplirá con el contenido de metanol, los controles de calidad fisicoquímicos y microbiológicos la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco, según las normas NB 324016 -05, NTP 211.009:2012 y NTE INEN 2 262:2003?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVOS GENERALES**

Evaluar el contenido de metanol y control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar las características organolépticas de la chicha de jora comercializada en el distrito Cusco.
2. Determinar los parámetros fisicoquímicos (grado alcohólico, pH, densidad relativa, acidez total) de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.
3. Cuantificar la concentración de metanol de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.
4. Analizar la calidad microbiológica (coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras) de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **CONOCIMIENTO**

El estudio de la chicha de jora es relevante debido a su papel en la identidad cultural y su importancia en diversos eventos tradicionales en el país. Se trata de una de las bebidas ancestrales que ha perdurado en el tiempo, manteniendo su preparación artesanal casi inalterada. Sin embargo, este proceso artesanal ha generado una falta de control respecto a su calidad, lo que ha provocado desconfianza entre los consumidores. En el contexto peruano, y especialmente en Cusco, las investigaciones sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora son limitadas. El presente estudio busca llenar este vacío mediante una evaluación sistemática de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco, proporcionando información valiosa sobre los niveles de metanol y otros parámetros de calidad.

### **APLICACIÓN**

Es necesario evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la chicha de jora para garantizar su seguridad para el consumo humano, especialmente considerando que muchos puntos de venta carecen de la licencia de funcionamiento emitida por la municipalidad correspondiente. Este estudio también proporcionará datos teórico-prácticos que podrán ser utilizados por otras instituciones dedicadas a actividades similares, asegurando resultados confiables y eficientes, y contribuyendo a la prevención de riesgos innecesarios para la salud de las personas.

### **PRIORIDAD**

Esta tesis surge ante la necesidad de proporcionar información acerca de la calidad de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. Los resultados de este estudio son importantes, ya que no solo ayudarán a proteger la salud de los consumidores de chicha de jora en el distrito de Cusco, sino que también orientarán a los productores locales y a las autoridades reguladoras. Esta información será clave para implementar prácticas de producción más seguras y para establecer estándares de calidad más estrictos que mejoren la seguridad de esta bebida ancestral, preservando al mismo tiempo su valor cultural.

## **1.5 HIPÓTESIS**

La chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco no cumple con el control de calidad fisicoquímica, microbiológica y contienen metanol en cantidades no adecuados. Según las normas NB 324016 -05, NTP 211.009:2012 y NTE INEN 2 262:2003.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1 ANTECEDENTE INTERNACIONALES

**Ronquillo B. INFLUENCIA DEL *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* Y *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* EN LA CALIDAD SENSORIAL Y NUTRICIONAL DE LA CHICHA DE JORA. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro 2022.**

El objetivo de este proyecto era mejorar la chicha de jora, una bebida tradicional de la sierra ecuatoriana, mediante la adición de *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* y *S. salivarius subsp. thermophilus*, con el fin de estudiar sus efectos sobre el valor nutricional y las cualidades sensoriales de la bebida. Se llevaron a cabo tres ensayos con distintas concentraciones de bacterias lácticas procedentes de un cultivo madre, además de un grupo de control compuesto por chicha completamente natural. Se emplearon concentraciones del 2%, 3,5% y 5% en el primer, segundo y tercer ensayo, respectivamente, mientras que el grupo de control no contenía bacterias lácticas. Un panel sensorial compuesto por 30 evaluadores semi entrenados evaluó los diferentes tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat, que identificó el tratamiento más efectivo. Este tratamiento fue sometido a un análisis bromatológico, revelando un contenido de proteína de 0,5%, fibra bruta menor a 0,1%, cenizas del 0,4%, grasa total del 0,4%, vitamina A menor a 0,1% y una viscosidad de 30,1 cps(9).

Para determinar la vida útil del producto, también se realizaron pruebas microbiológicas a los 0, 10 y 15 días. Estos análisis revelaron que los recuentos estándar en placa para coliformes totales y mohos fueron inferiores a 10 UFC/mL en los tres periodos de tiempo evaluados. En cuanto a las levaduras, el recuento fue menor a 10 UFC/mL el primer día,  $51 \times 10^2$  UFC/mL a los 10 días y  $48 \times 10^3$  UFC/mL a los 15 días(9).

En resumen, se concluye que las bacterias tienen un impacto significativo en la calidad sensorial y nutricional de la chicha, aunque su vida útil es limitada(9).

**Rivera J. IDENTIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS FERMENTADORES DE DIFERENTES CHICHAS DE JORA (CERVEZA ANDINA) PROVENIENTES DE LA REGIÓN NORTE DEL ECUADOR. Universidad San Francisco de Quito, Quito 2019.**

La chicha de jora ha experimentado un proceso de fermentación facilitado por la actividad de diversos microorganismos. Las cualidades organolépticas resultantes, como un aroma, sabor y textura deseables, han motivado a los seres humanos a replicar el proceso de fermentación y, por consiguiente, comprender todos los aspectos implicados. Esto implica familiarizarse con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, incluyendo los microorganismos implicados en la fermentación y la seguridad alimentaria de la chicha, con el objetivo de obtener un producto que cumpla con los estándares de calidad de la industria. Por esta razón, en este estudio se llevaron a cabo la identificación de los microorganismos responsables de la fermentación en diversas chichas de jora de la región Norte del Ecuador, la determinación de parámetros fisicoquímicos y un análisis de calidad microbiológica con el fin de lograr en el futuro un proceso de fermentación más uniforme y predecible(10).

Se recolectaron 24 muestras de las provincias de Pichincha, Imbabura y Chimborazo entre marzo y mayo de 2018. Se identificaron un total de 7 especies de levaduras, entre las que se encuentran *Candida famata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Cryptococcus laurentii*, *Trichosporon mucoides*, *Candida spherica* y *Candida krusei*. Mediante la amplificación y secuenciación de la región V4 del gen 16S ADNr, se identificó la presencia de *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus paracasei*. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, el pH de las chichas varió en un rango de 3,1 a 4,3; el contenido de etanol osciló entre 0,1% y 5,6%, y la acidez se situó entre 0,2% y 5,1%. Tanto las bacterias ácido lácticas como las levaduras desempeñaron un papel crucial en la generación del aroma, sabor, textura y concentración de alcohol en la chicha. La mayoría de las chichas no mostraron variaciones significativas en el microbiota presente, lo que sugiere un proceso de elaboración de la chicha uniforme(10).

**Rojas B. CONTROL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LAS CHICHAS (JORA Y MORADA), ELABORADAS EN LA FUNDACIÓN ANDINAMARKA, CALPI-RIOBAMBA-ECUADOR. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba 2013.**

Los objetivos primarios de la investigación fueron la caracterización sensorial, física, química y microbiológica de las materias primas empleadas en la elaboración de las chichas, también determinar el control de calidad del producto terminado chicha de jora y morada abarcando también la evaluación del valor nutricional y la vida útil de los productos. Se llevó a cabo un análisis sensorial, químico y microbiológico específico de la harina de jora utilizada en la chicha jora y morada, enfocándose de manera crucial en el control de calidad del agua consumida y utilizada en la Empresa SARIV, asegurando así el cumplimiento de todos los requisitos de calidad y normativas legales(11).

Se determinó que el tratamiento más efectivo para la fermentación fue de 72 horas, mientras que, para la cocción, el tiempo óptimo fue de 60 minutos, logrando extraer el mayor porcentaje de antocianos. Las características de la chicha de jora mostraron una reducción en el grado alcohólico, lo que prolongó su vida útil, mientras que en la morada se incrementó el porcentaje de antocianos y la actividad antioxidante, revelando así propiedades de bebida funcional(11).

El valor nutricional y la tabla de composición coinciden con los estándares de otros países como Perú y Bolivia. En última instancia, la investigación experimental proporciona una base científica sólida para la chicha de jora y morada, con el objetivo de obtener el registro sanitario con calidad y permitir la libre comercialización de los productos elaborados. Por lo tanto, este trabajo tiene dimensiones socioeconómicas y técnicas que beneficiarán a una gran cantidad de consumidores del producto en la región andina del país(11).

**Quiñones O. DETERMINACIÓN DE METANOL Y CONTROL DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICO, MICROBIOLÓGICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CHICHA EN DIFERENTES MUNICIPIOS DE COCHABAMBA. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba 2008.**

El propósito principal de este estudio fue determinar la concentración de metanol, para lo cual se llevó a cabo un análisis por cromatografía de gases. Se

seleccionaron tres casos de estudio por municipio, de los cuales se tomó una muestra de chicha de cada uno, junto con su correspondiente réplica. Estas muestras fueron extraídas del producto finalizado entre el primer y segundo día de su distribución o consumo. Por último, se llevó a cabo un análisis fisicoquímico de las muestras de chicha para determinar parámetros como acidez total, azúcares totales y reductores, extracto seco, sacarina y grado alcohólico. También se realizó un análisis microbiológico para evaluar la seguridad del producto finalizado(4).

Los resultados revelaron la presencia de metanol en muestras de chicha clasificadas como frecuentes, con un contenido de 8,61 mg/L en el Municipio de Cliza, 3,52 mg/L en Punata (consideradas ocasionales y frecuentes respectivamente) y 6,70 mg/L en Independencia (categorizadas como frecuentes). Estas cantidades, sin embargo, son mínimas en comparación con otros productos alcohólicos, que según la Norma Boliviana NB 322002 permiten hasta 300 mg/L en vinos(4).

Se realizó una comparación de todos los parámetros fisicoquímicos en cada municipio de estudio utilizando el programa estadístico SPSS versión 11.5, con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Los resultados indicaron que las elaboradoras en el Municipio de Arbieta presentaron valores más altos en los parámetros fisicoquímicos en comparación con Cliza(4).

En el análisis microbiológico, se detectó la presencia de mohos y coliformes totales y fecales en algunas muestras de chicha, especialmente en aquellas clasificadas como ocasionales, frecuentes e industriales. Una de las recomendaciones resultantes fue la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y la adhesión a la Norma Boliviana para la producción de chicha(4).

**Beltrán E., Gómez R., Mora D., Obando D. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA CHICHA EN BOGOTÁ. Investigaciones en Seguridad Social y Salud, Bogotá 2009**

Este estudio, centrado en la caracterización de la chicha, tuvo como objetivo principal la evaluación de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con el fin de establecer su seguridad para la salud de quienes la consumen. En el método empleado, se recopilaron 49 muestras, las cuales fueron sometidas a

análisis microbiológicos y fisicoquímicos. Los resultados revelaron que el 93,9% de las muestras fueron negativas para coliformes fecales, un porcentaje igualmente alto para *Bacillus cereus*, el 100% fue negativo para *Salmonella*, y el 42,9% para mohos. El pH promedio fue de 3.44 y el porcentaje máximo de alcohol fue del 5.2%, con un contenido medio de alcohol del 3.45%. Cabe destacar que ninguna de las muestras examinadas presentaba indicios de metanol. El punto inmejorable de fermentación de la bebida se alcanza dentro de los 15 y 20 días de desarrollo, con niveles de etanol que rondan el 4%, según se señaló durante la discusión de los resultados. Por lo tanto, se concluyó que la bebida es segura para el consumo, siempre y cuando se elabore, almacene y comercialice siguiendo los procedimientos adecuados para la manipulación de alimentos, utilizando materias primas de alta calidad, y proporcionando educación a los productores y distribuidores(5).

## **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

**Pezo M. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOACTIVAS DURANTE EL PROCESO FERMENTATIVO DE LA CHICHA DE GUIÑAPO, BEBIDA TRADICIONAL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA OBTENIDA EN CONDICIONES CONTROLADAS. Universidad Católica de Santa María, Arequipa 2023.**

El propósito de esta investigación fue examinar la variabilidad de diversas características bioactivas a lo largo de todas las etapas de fermentación de la chicha, la cual fue elaborada en condiciones cuidadosamente controladas. Se evaluaron diferentes aspectos, como la concentración de antocianinas, polifenoles, la actividad antioxidante, el potencial de inhibición de las enzimas  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa, la composición del microbioma y los parámetros fermentativos (pH, °Brix, acidez titulable) a intervalos de 0 horas, 13 horas y 26 horas durante la fermentación(12).

Los resultados revelaron que el pH varió desde 5.078 al inicio hasta 3.754 después de 26 horas de fermentación. Los sólidos solubles mostraron poca alteración, comenzando en 5.6 y terminando en 4.466 °Brix, mientras que la acidez valorable aumentó de 0.24g a 0.513g de ácido láctico en 100 mL de muestra. Los grados Brix y el pH mostraron una correlación negativa, mientras

que la acidez valorable y la duración de la fermentación mostraron una correlación positiva. En términos de microorganismos, se destacó la presencia de géneros bacterianos como *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* al inicio, siendo *Lactobacillus* más predominante a las 0 y 26 horas. En cuanto a hongos y levaduras, se observaron géneros como *Fusarium*, *Pichia* y *Geotrichum* al inicio, *Saccharomyces*, *Pichia* y *Fusarium* a las 13 horas, y *Kazachstania*, *Saccharomyces* y *Pichia* a las 26 horas(12).

En conclusión, se confirmó que las características bioactivas muestran una variación mínima durante el proceso de fermentación, resaltando la chicha de Guiñaipo como una bebida de gran importancia debido a su notable valor nutricional(12).

**Gil R., Chávez L. DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS QUE SE COMERCIALIZAN EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca 2019.**

El propósito principal de la investigación fue determinar la cantidad de metanol presente en las bebidas alcohólicas disponibles en el Distrito de Cajamarca. Para llevar a cabo este estudio, se recolectaron 30 muestras de diferentes tipos de bebidas alcohólicas (9 de aguardiente, 12 de vino y 9 de licores artesanales) de varias bodegas y tiendas. Estas muestras fueron enviadas al Laboratorio de Tecnología Farmacéutica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo para su análisis de metanol utilizando el método espectrofotométrico. Los resultados indicaron un promedio de 0,33 mg/100mL de metanol en todas las muestras analizadas, con valores específicos de 0,30 mg/100mL para el aguardiente, 0,33 mg/100mL para el vino y 0,37 mg/100mL para los licores artesanales(13).

Estos valores estuvieron por debajo de los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana 210.022 (menos de 20 mg/100mL) y el Código Internacional de Principios Generales de Higiene de los Alimentos (menos de 30 mg/100mL). El análisis estadístico ANOVA reveló diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tipos de bebidas. En consecuencia, se concluye que las bebidas alcohólicas disponibles en el Distrito de Cajamarca cumplen con los estándares permitidos y son seguras para el consumo humano(13).

**Camacho L. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA OZONIZACIÓN EN LA VIDA ÚTIL DE CHICHA DE JORA ENVASADA. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Apurímac 2019.**

El objetivo de este estudio fue estabilizar la fase del metabolismo fermentativo de la chicha de jora manteniendo las propiedades fisicoquímicas de la bebida como chicha de jora recién elaborada por medio del uso del ozono como método para el envasado. Previo al envasado, la chicha de jora fue sometida a procedimientos de ozonización durante uno, dos, tres, cuatro y cinco minutos para lograrlo. Para evaluar estos tratamientos se utilizaron pruebas físicas y químicas, incluyendo mediciones de pH, Densidad, Acidez, °Brix, Turbidez y, por último, pruebas de aceptabilidad organoléptica (14).

Con el fin de recabar información sobre el comportamiento cinético de los parámetros examinados, el periodo de evaluación se prolongó durante 4 días. Los resultados físicos y químicos obtenidos y el análisis sensorial, que evaluó la aceptabilidad en términos de sabor, fragancia, color y textura, proporcionaron información sobre las modificaciones de las cualidades organolépticas provocadas por los distintos tiempos de ozonización de cada muestra. Como resultado, se demostró que 2 minutos de tratamiento es el mejor tiempo para estabilizar las características físicas, químicas y el proceso de fermentación de la chicha de jora. Después de este proceso, la muestra presentó valores físicos y químicos de 2,88 g/L de acidez láctica, potencial de Hidrogeno 3,66, Densidad 1,019 g/mL, °Brix 4,2 y por último una turbidez 0,986(14).

En cuanto al análisis organoléptico, se observó una diferencia significativa entre el tratamiento de dos minutos, la muestra estándar y los demás tratamientos, a pesar de que el tratamiento de dos minutos tenía una preferencia mayor. Esto se debe a la presencia de un sabor metálico, que procede de la oxidación extrema del contenido en hidratos de carbono del producto original(14).

En conclusión, se puede afirmar que la ozonización tiene un impacto favorable en la estabilidad de las propiedades físicas y químicas de la chicha de jora, haciéndola menos propensa a los cambios y aumentando su potencial de industrialización y comercialización en el mercado. Sin embargo, es necesario

realizar más investigaciones para abordar la oxidación de los hidratos de carbono y deshacerse de la sensación metálica(14).

**Suarez P. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CHICHA DE JORA PREPARADA POR MÉTODO TRADICIONAL Y MUK'EADO. Universidad César Vallejo, Lima 2017.**

El propósito de este estudio fue analizar las propiedades organolépticas y los parámetros físicos y químicos de la chicha de jora preparada mediante 2 modos distintos. Se trató de un estudio de tipo no experimental, de enfoque cuantitativo y diseño transversal, de naturaleza investigativa básica(15).

Los resultados revelaron que la chicha elaborada de manera convencional reveló características organolépticas de color, aspecto, olor, consistencia y sabor típicas de esta bebida. En lo que respecta a los parámetros físico-químicos se obtuvo una acidez total de 0.2 g/100g, pH de 3.8, cenizas 0.2 g/100g y grado alcohólico de 2.7%, estos fueron muy similares a los obtenidos en otros estudios previos. Por otro lado, en el caso de la chicha elaborada mediante el método "muk'eado", el resultado indica que no todas sus características organolépticas corresponden a las propias de esta bebida. Con respecto a los parámetros físicos y químicos valorados, se encontraron similitudes con trabajos previos ya existentes(15).

En conclusión, al emplear distintos métodos en la fabricación de la chicha de jora, utilizando los mismos componentes, se observaron particularidades distintas en cada bebida obtenida. Esto podría deberse al procedimiento de trituración al cual se expuso la jora u otros factores pertinentes(15).

**Arauco R., Vallejos E. DETERMINACIÓN DE METANOL EN CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN TRES IMPORTANTES MERCADOS DE ABASTO DE LIMA METROPOLITANA. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 2014.**

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad de la chicha disponible en 3 mercados importantes de Lima. Se centró especialmente en la identificación y medición de la presencia de metanol, un tipo de alcohol con propiedades

toxicológicas más críticas que el etanol. El metanol puede ocasionar efectos que van desde embriaguez, similar a la causada por el etanol, hasta consecuencias más graves como la pérdida de la vista o incluso el fallecimiento, dependiendo de la dosis ingerida(3).

Para realizar este estudio, se escogieron 15 muestras de cada mercado de abastos, para un total de 45 muestras, y se examinó la presencia de metanol mediante CG. De acuerdo con las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1193, las cantidades de alcohol metílico observadas en todas las muestras variaron de 0.24043 ppm a 6.90452 ppm, niveles que están por debajo del límite permitido de 3,000 ppm. En consecuencia, no se estima que implique ser un riesgo para el consumidor. Sin embargo, dado que esta bebida no está sujeta a normas de calidad estrictas, es crucial recordar que la ingesta repetida de chicha de jora puede suponer un riesgo para los consumidores. Para garantizar la seguridad de los consumidores, es indispensable establecer sistemas de producción y verificación de la calidad(3).

### **2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES**

**Candía C. DETERMINACIÓN DE METANOL EN ALCOHOLES COMERCIALES Y DE LA INCIDENCIA DE LESIONES ORGÁNICAS EN CONSUMIDORES HABITUALES EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE LA CIUDAD DEL CUSCO. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco 2000.**

Se extrajo una muestra de sangre de un grupo de 57 voluntarios que habían consumido alcohol poco antes de la toma de muestras. Estos voluntarios eran estibadores que trabajaban cerca del puente Grau en el Distrito de Santiago, en la ciudad del Cusco. Se determinó previamente su hábito de consumo, el cual no superaba los 3 años, a través de una ficha de evaluación.

Además, se recolectaron 50 muestras de bebidas alcohólicas comerciales de los establecimientos del mismo distrito, donde la población objeto de estudio adquiere sus bebidas. En estas muestras se cuantificó la presencia de metanol para comparar los resultados con los límites permitidos por las autoridades competentes.

En la muestra biológica, después de evaluar la concentración de alcohol en sangre, se procedió a realizar la prueba de Schiff en las 57 muestras para determinar la presencia de metanol. De los 57 sujetos muestreados, 14 dieron resultado positivo. A estas 14 personas se les realizó una evaluación clínica de los niveles de transaminasas y bilirrubina para verificar cualquier daño hepático, además de una evaluación del hematocrito. Se encontraron anomalías hepáticas en todos ellos, sin evidencia de daño ocular (16).

## **2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

### **2.2.1 CHICHA DE JORA**

La chicha de jora, conocida en quechua como Aqha, es una bebida fermentada cuya base fundamental es la jora, es decir, maíz malteado. Tiene un bajo contenido alcohólico, que generalmente oscila entre 1 °GL y 3 °GL. Se obtiene a partir de la fermentación de azúcares y almidones, los cuales se transforman en alcohol gracias a la acción de levaduras del género *Saccharomyces*(16).

#### **2.2.1.1 HISTORIA**

Aunque la palabra "chicha" fue registrada por primera vez en el siglo XVI, hay expertos en etimología que plantean que este término pertenece al idioma cuna de Panamá(17). En realidad, el término se refiere a una bebida alcohólica fermentada hecha a base de maíz, que posteriormente también se utilizó para referirse a aquella elaborada a partir de cualquier tipo de grano.

Podría decirse que la chicha forma parte integral del origen del hombre andino. La chicha de jora, una cerveza artesanal elaborada a partir de maíz fermentado, era típicamente reservada para las ceremonias más importantes y considerada la bebida sagrada de los incas(1). El Estado Inca otorgó una considerable importancia al cultivo de maíz, y su significado superó su función como fuente de alimento, siendo utilizado en contextos militares, administrativos y ceremoniales. De hecho, en la mayoría de las zonas montañosas de América del Sur, el maíz se cultivaba principalmente con fines ceremoniales y para la producción de chicha. La chicha de maíz, conocida como Aqha, es una bebida fermentada y nutritiva con una larga tradición en la región andina(2).

En el transcurso del siglo XVII, las chicherías evolucionan hacia espacios de reunión social donde las mujeres obtienen cierto nivel de liderazgo. La mayor parte de estos bienes están en manos de mujeres. Cabe destacar que, por lo general, no son ellas mismas las encargadas de preparar la chicha, sino más bien otro grupo, conocido como las mujeres chicheras, que han heredado la ancestral tradición de las mamaconas, se refiere a las mujeres incas de mayor edad que lideraban las comunidades de vírgenes dedicadas al servicio en los templos del Sol(1). Después de un período agitado, las chicherías siguieron siendo lugares de politización hasta 1850, pero en el siglo XX parece que se alejaron de estos espacios para dar prioridad a las picanterías, una suerte de actualización de las chicherías. Estos nuevos lugares señalan un cambio en lo socioeconómico: no solo se consume chicha, sino que también se disfrutaban platos tradicionales, música y juegos(1).

### **2.2.1.2 PICANTERÍAS Y CHICHERÍAS DEL CUSCO**

Las chicherías no solo tenían presencia en Cusco, sino en todo el Perú. En Cusco, se institucionalizaron durante la época colonial, siendo el oficio de chichera (mujer que distribuye chicha) de gran importancia en la sociedad de la época. Más adelante surgieron las picanterías, fundamentales para la consolidación del pensamiento indigenista en Cusco. Estos lugares se caracterizaban por ser centros de reunión, tertulia y encuentro de compadres, artesanos y comerciantes. Actualmente, son destinos comunes para turistas que desean disfrutar de la gastronomía cusqueña y la famosa chicha de jora(18).

#### **a. Patrimonio Cultural de la Nación: Reconocimiento Oficial**

El 4 de noviembre de 2015, el Ministerio de Cultura declaró oficialmente como patrimonio cultural de la nación a las picanterías y chicherías de Cusco y otras provincias del Perú, incluyendo Arequipa, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes. Este reconocimiento se debe a su naturaleza como espacios sociales fundamentales para la preparación y venta de comidas tradicionales, así como la imperdible bebida de la chicha en el caso de Cusco(18).

#### **b. Mapeo de Establecimientos Tradicionales en Cusco**

En el año 2019, se llevó a cabo la cartografía de picanterías y chicherías tradicionales en Cusco. Este mapa proporciona una representación geográfica

de los establecimientos que ofrecen platillos y bebidas tradicionales en la ciudad, destacando la riqueza gastronómica y cultural de la región, documento visual identifica y presenta ubicaciones específicas de picanterías y chicherías, permitiendo a los residentes y visitantes explorar y disfrutar de la autenticidad de la oferta culinaria local(19).

**Figura N° 1. Mapa de picanterías y chicherías tradicionales de cusco.**



Fuente: Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco(19).

### 2.2.1.3 ELABORACIÓN DE LA CHICHA DE JORA

#### a) Primer paso: germinación

Se sumergen los granos de maíz en agua durante un período de 12 a 18 horas. Después, se envuelven con plástico o telas con el fin de retener la humedad y promover la generación de calor (Un lapso de alrededor de 6 a 8 días)(20). “Esta etapa se prolonga aproximadamente de 8 a 15 días”(21). La etapa se completa cuando los granos desarrollan raicillas de entre 5 y 10 centímetros de largo y desarrollan un sabor dulce. A continuación, se exponen al sol durante 2 o 3 horas para que se sequen antes de ser triturados. Tradicionalmente, se emplean rocas conocidas como batan. La duración del proceso de germinación y secado

depende de las condiciones climáticas, la temperatura, la humedad y la altitud(20).

### b) Paso intermedio: proceso de cocción

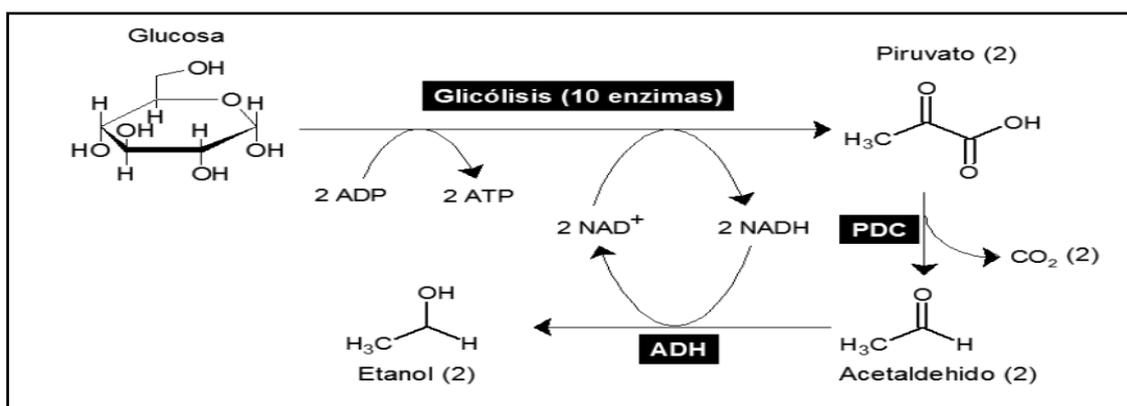
El maíz de jora molido se cuece a fuego durante una o dos horas con agitación. Después, se enfría parcialmente y se pasa por un colador o Isanga para filtrarlo. La sustancia que queda después de este proceso de filtrado, conocida como bagazo o sutuchi(20).

### c) Paso final: fermentación

El líquido colado se coloca en contenedores de barro llamado "Raki", donde los microorganismos presentes en las paredes del contenedor comienzan el proceso de fermentación de forma natural, que suele durar alrededor de 3 días. "Las bacterias *Lactobacillus* y *Leuconostoc* desempeñan un papel fundamental en esta etapa". Este proceso es realizado por levaduras comúnmente referidas como "salvajes", las cuales participan en distintos procesos de fermentación espontánea de la "chicha de jora"(21). Una vez completada la fermentación, la bebida está lista para ser consumida(20).

La forma de preparación difiere dependiendo de la región andina específica.

**Figura N° 2. Proceso de fermentación.**



Fuente: Zamora T, Prado A, Capataz J, Barrera BE, Peña JM. Demostraciones prácticas de los retos y oportunidades de la producción de bioetanol de primera y segunda generación a partir de cultivos tropicales(22).

A través de una serie de 10 reacciones enzimáticas, conocida como glicólisis, una molécula de glucosa se oxida y se transforma en dos moléculas de piruvato.

Posteriormente, en el proceso de fermentación, el piruvato se convierte en etanol gracias a la acción catalizadora de las enzimas piruvato descarboxilasa (PDC) y alcohol deshidrogenasa (ADH). De esta manera, el etanol puede considerarse como el subproducto metabólico resultante de la extracción de energía de la glucosa(22).

#### **2.2.1.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA CHICHA DE JORA**

Dado que se utiliza maíz germinado como componente fundamental en la elaboración de la chicha de jora, los nutrientes presentes en este se trasladan a la bebida, contribuyendo así a su fácil asimilación por parte de nuestro organismo.

El maíz, al ser un cereal, no solo aporta fibra y almidones, sino también proteínas, grasas y otros carbohidratos distintos al almidón. “Además, es una fuente valiosa de vitaminas del complejo B, así como de minerales esenciales como el calcio y el fósforo”. Destaca su alta concentración de vitaminas del grupo B, en particular la vitamina B1(23).

**Tabla N° 1. Composición en cada 100 g de alimento.**

CHICHA DE JORA	
Energía	28 kcal
Proteínas	0.4 g
Grasa total	0.3 g
Carbohidratos totales	5.8 g
Calcio	22 mg
Fosforo	18 mg
Hierro	1.8 mg
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.1 mg
Niacina	0.2 mg
Vitamina c	2.4 mg

Fuente: INS -Perú. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos(24).

#### **2.2.1.5 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA CHICHA DE JORA**

El análisis organoléptico es una herramienta útil para evaluar las propiedades sensoriales de los alimentos (16). Generalmente, se lleva a cabo con el objetivo

de desarrollar una fórmula que sea del agrado del consumidor, garantizando además la calidad e inocuidad del producto para asegurar su éxito en el mercado(25).

### **Características organolépticas de la chicha de jora:**

- a) Aspecto: coloidal, sin presencia de turbidez visible.
- b) Color: La apariencia de la chicha es diversa y está influenciada por los ingredientes utilizados en su proceso de elaboración. Al principio de la fermentación, tiene un color pardo oscuro, pero a medida que transcurre el tiempo, tiende a adoptar tonalidades blancas amarillentas o pardas claras.
- c) Olor: Posee propiedades específicas de sustancias volátiles. En términos generales, su fragancia es agradable y se mantiene constante a lo largo del tiempo.
- d) Aroma: Presenta una combinación agridulce agradable. Se ve fuertemente impactado durante fermentación, comenzando con matices dulces del maíz, evolucionando hacia notas agridulces y concluyendo en un perfil final agrio, ligeramente dulce y ácido(11).
- e) Gusto: Presenta un perfil agridulce que resulta agradable al paladar. Este sabor está fuertemente influenciado por el proceso de fermentación, que comienza con un perfil dulce debido al maíz, luego evoluciona hacia un equilibrio entre lo agrio y dulce, y finalmente se transforma en un sabor predominantemente agrio, con una dulzura leve y una acidez notable(26).

## **2.2.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO**

El análisis fisicoquímico se refiere a la caracterización de los alimentos desde perspectivas tanto físicas como químicas. Este tipo de análisis se centra en identificar qué sustancias están presentes en el alimento y en determinar la cantidad de estos compuestos. Su importancia radica en la evaluación del valor nutricional de los alimentos, en asegurar el cumplimiento de los parámetros establecidos por los organismos de salud, y en la detección de posibles irregularidades, como adulteraciones y falsificaciones(27).

### **2.2.2.1 GRADO ALCOHÓLICO**

El grado alcohólico es una medida que indica la cantidad de etanol presente en una bebida o solución, expresado como el número de litros de etanol puro

contenidos en 100 litros de solución, medidos a una temperatura estándar de 20 °C. Este valor se representa con el símbolo "% vol". Además del etanol, esta medida también incluye la presencia de otros compuestos similares, como sus homólogos y ésteres, que se encuentran en el destilado alcohólico(28).

#### **2.2.2.2 pH**

El pH es una propiedad química que mide el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas. La escala de pH va de 0 a 14. El pH se basa en la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en la solución(29). Para obtener una medición precisa del pH, se emplea un potenciómetro, comúnmente conocido como pH-metro. Este dispositivo registra la disparidad de potencial entre dos electrodos: uno de referencia (cloruro de plata) y otro de vidrio que es sensible al ion hidrógeno. El valor del pH es un indicador que señala el grado de acidez de un producto y se cuantifica en una escala que abarca desde 0 hasta 14. Se considera que un pH de 7 es neutral. Si el valor es menor a siete, indica acidez, mientras que, si es mayor a siete, indica alcalinidad. Existen diversos dispositivos para medir el pH, que van desde tiras indicadoras hasta dispositivos portátiles(30). Comúnmente, se utiliza papel indicador, el cual está impregnado con una combinación de estos compuestos. El pH de una solución puede estimarse aproximadamente utilizando indicadores, que son compuestos ácidos o básicos débiles que cambian de color en respuesta al pH(14).

#### **2.2.2.3 DENSIDAD RELATIVA**

La densidad relativa es una propiedad física que compara la densidad de una sustancia con la densidad de una sustancia de referencia, normalmente el agua para líquidos y sólidos, y el aire para gases. Es una medida adimensional, lo que significa que no tiene unidades(31).

#### **2.2.2.4 ACIDEZ**

La acidez es una característica química que indica la capacidad de una sustancia para liberar iones de hidrógeno ( $H^+$ ) al disolverse en agua(32). En la industria alimentaria, la evaluación del grado de acidez se fundamenta en la proporción del ácido principal presente en el producto. Se hace alusión al porcentaje de ácido oleico en los aceites, al contenido de ácido cítrico en el zumo de frutas y al porcentaje de ácido láctico en la leche. La evaluación de este nivel implica una

titulación que incluye tres elementos: el titulante, el titulado y el indicador de pH(14).

### **2.2.3 ALCOHOLES**

#### **2.2.3.1 ETANOL**

Es una sustancia cuya fórmula química es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ . (33). A través de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos, se produce el etanol, también conocido como alcohol etílico. Este líquido incoloro y transparente muestra una alta capacidad de evaporación y emana un característico aroma. Es altamente inflamable y se disuelve en agua, con un punto de ebullición de 78 °C.(34).

#### **2.2.3.2 METANOL**

El metanol, también denominado alcohol metílico o alcohol de madera, es un líquido incoloro y volátil que presenta inflamabilidad, con un aroma característico en su estado puro. Su sabor es muy parecido al del etanol, y es soluble en agua, alcohol, cetonas y ésteres. Las principales impurezas que pueden hallarse en el metanol incluyen sustancias como propanona, acetaldehído, formaldehído, ácido acético, ácido fórmico y agua(35).

##### **2.2.3.2.1 TOXICOCINÉTICA DEL METANOL**

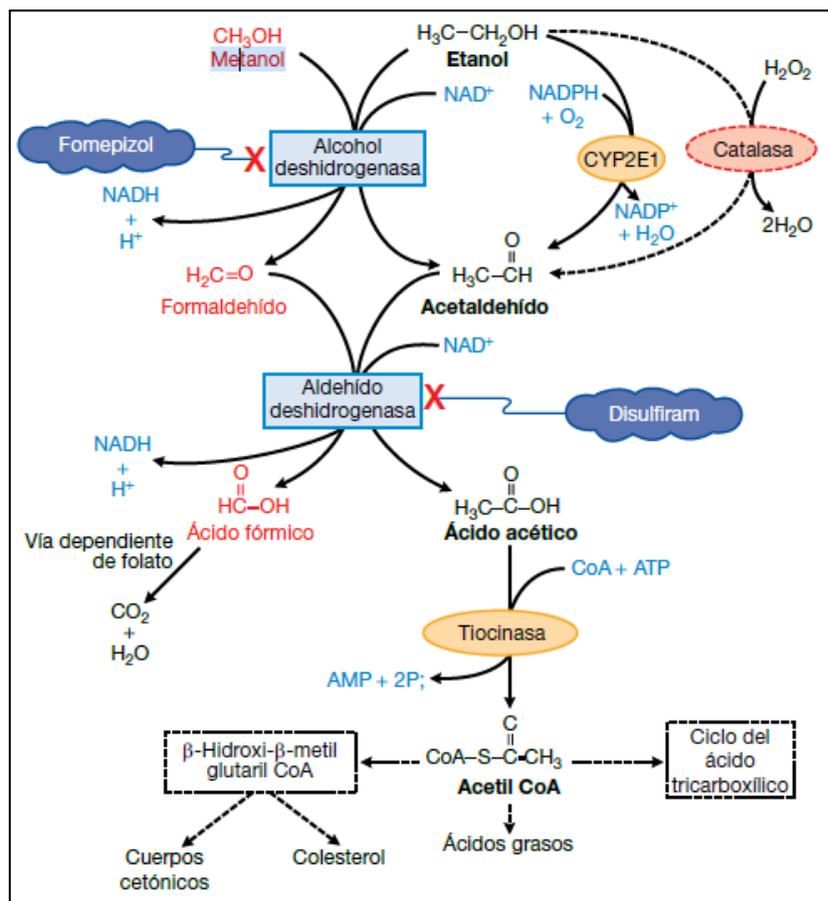
- a) **Absorción:** Desde una perspectiva fisiológica, la mucosa gástrica es el sitio óptimo de absorción. Igualmente, puede ingresar al cuerpo a través de los pulmones y la piel(36).
- b) **Distribución:** El metanol, debido a su composición química, puede distribuirse en todos los fluidos corporales aproximadamente una hora después de la exposición(36).
- c) **Biotransformación:** En el hígado, la enzima alcohol deshidrogenasa convierte el metanol en formaldehído, que a su vez es convertido en ácido fórmico por la enzima aldehído deshidrogenasa(36).
- d) **Eliminación:** Se elimina cerca del 3 % de metanol por los riñones; del 2 al 5% eliminamos ácido fórmico y formaldehido no es detectable en orina, ya que no se elimina por este fluido biológico (36).

##### **2.2.3.2.2 TOXICODINÁMIA DEL METANOL**

El ácido fórmico, que se forma como un subproducto del metanol, es el principal causante de su toxicidad. Este ácido bloquea la enzima citocromo oxidasa, lo

que interfiere directamente en el proceso de transporte de electrones en la respiración celular. Además, hay pruebas de que el ácido fórmico daña las mitocondrias en la retina y provoca un aumento del estrés oxidativo. Su efecto tóxico afecta de manera diferente a las células receptoras del oído, permitiendo una recuperación parcial en las funciones visuales controladas por los bastones, pero sin permitir ninguna recuperación en las funciones relacionadas con los conos que perciben la luz ultravioleta (UV)(37).

**Figura N° 3. Toxicodinamia del metanol.**



Fuente: Hilal D, R. Brunton L, L. Goodman & Gilman: Las bases farmacológicas de la terapéutica(38).

**A. Intoxicación aguda:** Se produce principalmente por la ingestión de metanol a través del tracto digestivo. En adultos, la dosis tóxica oscila entre 60 mL y 250 mL, mientras que la concentración letal en sangre es de 40 mg/dL(39). El principal metabolito, el ácido fórmico, causa acidosis metabólica severa y daño al nervio óptico, manifestándose en ceguera irreversible (36).

- **Forma leve:** Se caracteriza por la aparición de síntomas como dolor de cabeza, náuseas y molestias en la zona del epigastrio. Igualmente, se experimenta visión borrosa debido a la prolongada absorción de la sustancia(36).
  - **Forma moderada:** Los síntomas incluyen un ritmo cardíaco acelerado, disminución de la actividad del sistema nervioso central, episodios de vómitos, visión difusa y una sensación de piel fría y sudorosa(36).
  - **Forma grave:** Esta fase se distingue con signos como acidosis metabólica y coma, respiración rápida y superficial y tono cutáneo cianótico. El aliento y los fluidos biológicos (orina) desprenden un olor a formaldehído. También se observan convulsiones, edema cerebral, coma e insuficiencia renal aguda(36).
- B. **Intoxicación crónica:** La inhalación de metanol puede llevar a cambios en la conjuntiva y en las vías respiratorias superiores, lo que puede aumentar la susceptibilidad a reacciones alérgicas. Evitar el contacto con el metanol es una medida preventiva eficaz. En casos de concentraciones elevadas, puede resultar en la disminución de la agudeza visual e incluso llevar a la ceguera. En adultos, las intoxicaciones suelen ocurrir por el consumo de bebidas alcohólicas adulteradas. La midriasis, dilatación anormal de las pupilas, es un signo de mal pronóstico y puede llevar a una pérdida irreversible de la visión(36).

#### 2.2.3.2.3 TRATAMIENTO

- Administración de líquidos parenterales.
- Vendaje ocular precoz.
- Suministrar bicarbonato como tratamiento para la acidosis metabólica.
- Administración de etanol 1mg/kg de peso se utiliza la vía endovenosa, etanol diluido en dextrosa al 5% y administrar en 15 minutos continuando luego con una dosis de 125 mg/kg/hora para mantener las concentraciones sanguíneas de metanol de 100 a 200 mg/dL las cuales causan ebriedad; tratamiento que debe mantenerse por 72 horas(13).

## 2.2.4 ESPECTROFOTOMETRÍA

La espectrofotometría es un método que evalúa la interacción de las moléculas con la radiación electromagnética. La energía de la luz en las gamas del espectro electromagnético, que incluyen la luz visible y la ultravioleta(14).

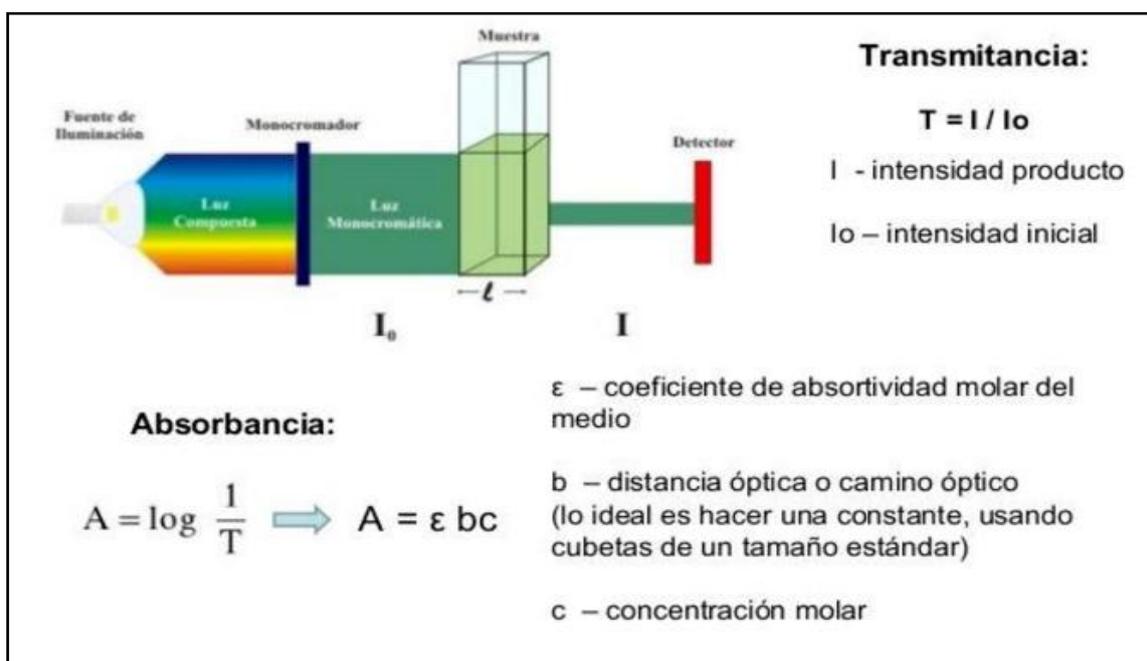
Los espectrofotómetros contemporáneos tienen la capacidad de identificar la composición y medir cuantitativamente la mayoría de los elementos químicos. Esto amplía significativamente sus aplicaciones en diversos campos, como el análisis de aguas y suelos, bioquímica, toxicología, medicina, ciencias forenses, industria petrolera, farmacéutica y alimentaria, entre otros(40).

### a. Ley de Lambert-Beer

La Ley de Lambert establece que, cuando un rayo de luz monocromática atraviesa un material absorbente, su intensidad disminuye de manera exponencial conforme aumenta la longitud del trayecto en dicho material. Por otro lado, la Ley de Beer indica que la intensidad de la luz disminuye exponencialmente a medida que aumenta la concentración del material absorbente(41).

Ambas leyes son complementarias y se combinan en lo que se conoce como la Ley de Lambert-Beer. Esta ley establece que la absorbancia ( $A$ ) de una solución es directamente proporcional a tres factores: el coeficiente de absorción ( $\epsilon$ ), que es característico de la sustancia, la longitud del trayecto que recorre la luz a través del material absorbente ( $b$ ) y la concentración de la sustancia absorbente ( $c$ )(41).

**Figura N° 4. Ley de Lambert-Beer.**



Fuente: Almonte Chapul KB, Amador Ramírez FA, Hernández Calva A, Trujillo García MDP. Construcción de un fotómetro con leds: estudio comparativo(41).

### **b. Rango de linealidad**

Es el intervalo de concentraciones dentro del cual un método analítico mantiene una relación proporcional entre la concentración del analito y la respuesta del instrumento. Este rango se define desde la menor concentración que se puede medir con precisión, conocida como el Límite de Cuantificación (LOQ), hasta el punto en el que se observa una pérdida de esta relación proporcional(42).

### **2.2.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

El análisis microbiológico es un conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para detectar, identificar y cuantificar microorganismos presentes en una muestra. Este tipo de análisis es fundamental en campos como la seguridad alimentaria, la salud pública y el control de calidad, ya que permite determinar la presencia de microorganismos patógenos y otros indicadores de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud. El procedimiento seguido en un análisis microbiológico implica una serie de etapas, que incluyen la recolección adecuada de la muestra, su procesamiento a través de métodos específicos para el cultivo, aislamiento e identificación de los microorganismos, así como la cuantificación de estos, con el fin de evaluar el nivel de contaminación.(43)

En el control microbiológico, resulta importante examinar la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y mohos, ya que estos actúan como indicadores de la seguridad en las muestras de la chicha y las levaduras son los microorganismos encargados del proceso de fermentación(4).

### **2.2.5.1 COLIFORMES**

Los coliformes abarcan un conjunto de bacterias con forma de bastón que no generan esporas, presentan tinción Gram negativa y pueden sobrevivir tanto en ambientes aeróbicos como facultativos. Estas bacterias fermentan la lactosa, lo que da lugar a la producción de gases en un lapso de 48 horas a una temperatura de 35 °C. Asimismo, este grupo incluye ciertas especies que se encuentran en el intestino y en entornos no intestinales como el suelo y el agua. Dentro de los coliformes, se clasifican como fecales aquellos que pueden prosperar en temperaturas más elevadas de lo habitual (44,5 – 45 °C)(4).

#### **a) Coliformes totales**

Se consideran coliformes totales aquellos que pueden fermentar la lactosa a 35-37 °C, produciendo gas, ácido y aldehído. Aunque en el pasado se pensaba que los coliformes totales eran exclusivamente bacterias intestinales, ahora se sabe que también se encuentran en el medio ambiente, incluyendo aguas enriquecidas e incluso agua potable de calidad relativamente buena(44).

#### **b) Coliformes fecales**

Son definidos como el grupo de organismos coliformes capaces de fermentar la lactosa a temperaturas de 44-45 °C. Este grupo abarca bacterias del género *Escherichia*. Aunque frecuentemente se asocian con fuentes fecales, los organismos que resultan positivos en esta prueba pueden también derivar de aguas contaminadas, efluentes industriales, materia vegetal y suelo en descomposición. Por lo tanto, el término "coliformes fecales" no es siempre exacto, y la OMS recomienda el uso del término "coliformes termorresistentes"(44).

## **2.2.5.2 MOHOS Y LEVADURAS**

### **a) Mohos**

Los mohos son hongos que se desarrollan en forma de filamentos multicelulares conocidos como hifas, a diferencia de las levaduras, que son hongos unicelulares. El conjunto de hifas entrelazadas que contiene varios núcleos idénticos se denomina micelio. Aunque los mohos suelen crecer sobre materia orgánica en su entorno natural, solo son visibles cuando forman colonias que pueden percibirse a simple vista(45).

### **b) Levaduras**

Las levaduras son organismos eucariotas que presentan una amplia diversidad en términos de tamaño, forma y color. Se clasifican como hongos unicelulares, y aunque sus células suelen ser ovaladas, también pueden aparecer en formas esféricas, cilíndricas o elípticas. La mayoría de las levaduras tolera un rango de pH entre 3 y 10, aunque prefieren desarrollarse en ambientes ligeramente ácidos, con un pH ideal entre 4.5 y 6.5(46).

## 2.2.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Alcoholes:** Es un compuesto orgánico caracterizado por la presencia de un grupo hidroxilo (-OH) enlazado a un radical alifático o a uno de sus derivados(47).

**Análisis organoléptico:** Es el estudio basado en las capacidades humanas para detectar y valorar atributos sensoriales percibidos por los órganos de los sentidos, permitiendo describir las características de un producto(48).

**Bebida:** Una bebida es todo aquel líquido, ya sea artificial o natural, que consume el ser humano(49).

**Calidad:** Es el grado de conformidad de un producto o servicio con las características y especificaciones establecidas. También se refiere al proceso de asegurar que un producto cumpla con los estándares de calidad definidos (50).

**Chicha de jora:** Es una bebida fermentada cuya base fundamental es la jora, es decir, maíz malteado.

**Coliformes:** Son un grupo de bacterias que se encuentran de manera habitual en el entorno, como en las plantas, el suelo y en los sistemas digestivos de animales, incluyendo a los seres humanos(51).

**Control de calidad:** El control realizado durante el proceso de muestreo tiene como objetivo garantizar que este sea confiable y representativo(52).

**Fermentación:** Se define la fermentación como los cambios bioquímicos que tienen lugar en sustancias orgánicas como consecuencia de la actividad de enzimas microbianas (53).

**NMP:** Estimación probabilística de la concentración de bacterias en una muestra, lograda al combinar los resultados positivos y negativos obtenidos mediante la técnica de tubos múltiples(52).

**NTP:** Las Normas Técnicas Peruanas son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios (54).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

##### A. Áreas:

- Lugares de venta de chicha de jora (chicherías y picanterías)
- Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica (Laboratorio Microbiología, Toxicología y Tecnología Farmacéutica)

##### B. Materiales de laboratorio

###### a) Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ): 120 mL
- Ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ): 14. 7 mL
- Metanol ( $CH_3OH$ ): 10 mL.
- Sulfito de sodio ( $Na_2SO_3$ ): 20g.
- Permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ): 1.25 g.
- Etanol ( $C_2H_5OH$ ): 1 litro.
- Ácido cromotrópico: 80 mg.
- Agua destilada
- Agente titulante NaOH a 0.1N: 1 L
- Agua peptonada
- Caldo lauril sulfato
- Caldo verde brillante bilis
- Caldo EC (*Escherichia coli*)
- Agar Sabouraud Glucosado

###### b) Equipos

- Equipo de destilación

- Espectrofotómetro UV/VIS (T80+UV/VIS Spectrometer)
- Balanza analítica (PIONEER™)
- Centrifuga
- Estufa
- Refrigeradora
- Cocina eléctrica
- Campana extractora
- pH metro (inoLab-pH 7310)
- Baño de maría
- Agitador magnético (CIMAREC)

**c) Material de vidrio y otros:**

- Probeta de 10, 25 mL
- Bureta de 25 mL (KINTEL)
- Fiola de 2 L
- Pipeta de 1, 5 y 10 mL
- Matraz de 50, 100 y 250 mL
- Balón de fondo plano de 500 mL con unión esmerilada
- Condensador para reflujo con unión esmerilada adaptable al balón mencionado
- Termómetro graduado de 0 °C a 100 °C
- Baño de hielo
- Frascos estériles de 1 L
- Papel absorbente
- Gradillas
- Baguetas

- Tubos de ensayos
- Soporte universal
- Placas Petri
- Pinzas
- Mecheros
- Vasos precipitados
- Picnómetro 10 ml (witeg)
- Frascos con tapas herméticas de boca ancha con capacidad de 250 mL.
- Guantes de látex.
- Cubre cabello.
- Mascarillas.
- Contenedor térmico.
- Gel refrigerante

**C. Materiales de escritorio:**

- Lapiceros
- Corrector
- Laptop
- Cámara
- Hojas de papel bond
- Borrador
- Lápiz
- Plumón indeleble
- Celulares

## **3.2 METODOLOGÍA**

### **3.2.1 TIPO DE ESTUDIO**

**DESCRIPTIVO:** La investigación adopta un enfoque descriptivo, ya que tiene como objetivo caracterizar y proporcionar detalles sobre las propiedades organolépticas, calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. El propósito principal consiste en describir las propiedades y características específicas de este producto.

### **3.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

- A. **NO EXPERIMENTAL:** Con enfoque cuantitativo, dado que no hubo manipulación directa de variables ni intervención en la producción de la chicha de jora, el diseño de investigación fue no experimental. En lugar de llevar a cabo manipulaciones directas, la investigación observó y describió las condiciones existentes.
- B. **TRANSVERSAL:** Debido a que la información se recopiló en un único momento, se realizó de inmediato un análisis de los caracteres y la calidad de la chicha de jora que se comercializa en el distrito de Cusco.
- C. **PROSPECTIVO:** Dado que se basa en la recolección de datos nuevos que no han sido documentados previamente. En lugar de utilizar información existente, se obtuvieron y analizaron muestras de chicha de jora comercializada en distintos puntos del distrito de Cusco durante el desarrollo de la investigación. Este enfoque prospectivo permitió obtener información actualizada, recolectar datos en tiempo real y realizar ajustes durante el proceso de investigación según los resultados obtenidos.

## **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.3.1 POBLACIÓN**

La población del estudio incluyó todos los lugares de venta de chicha de jora en el distrito de Cusco. Para ello, se utilizó el mapeo proporcionado por la Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco (DDCC) (Figura 1) y se procedió a verificar los puntos de expendio. Durante este proceso, se descubrió que varios de estos establecimientos no estaban registrados. Finalmente, se identificaron un total de 60 locales.

### 3.3.2 MUESTRA

#### 3.3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA

Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula, aplicando un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 12%, considerando una población de 60 chicherías y picanterías. La elección de un margen de error del 12% se debió a restricciones económicas que limitaron los recursos disponibles para una muestra más amplia. Este margen permitió equilibrar la precisión de los resultados con los costos asociados, mientras se diseñó la selección de la muestra para asegurar una representatividad adecuada dentro de las 26 chicherías.

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} = \frac{60 * 1.56^2 * 0.5(1 - 0.5)}{0.12^2 * (60 - 1) + 1.56^2 * 0.5(1 - 0.5)} = 25.037 \approx 26$$

**n**= Tamaño de muestra buscado

**N**= Tamaño de la población

**Z**= Parámetro estadístico que depende de nivel de confianza

**e**= Error de estimación máxima aceptado

**p**= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

**q**= (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

El tamaño de muestra resultante fue de 26.

#### 3.3.2.2 TIPO DE MUESTREO

Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple por sorteo. Este método consistió en identificar cada unidad de la población con números consecutivos del 1 al 60, que se introdujeron en un recipiente y se mezclaron. Luego, se extrajeron uno por uno hasta completar el tamaño de la muestra deseado, que en este caso fue de 26 chicherías.

### 3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

#### 3.4.1 CRITERIO DE INCLUSIÓN

- Chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco.
- Chicha de jora con tres días de fermentación.

- Chicha de jora sin la adición de otros componentes.

### 3.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Chicha de jora comercializada en localidades fuera del distrito de Cusco.
- Chicha de jora con menos de tres días de fermentación.
- Chicha de jora con adición de otros componentes.

### 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**Tabla N° 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos.**

TÉCNICA	INSTRUMENTO
<u>Observación laboratorial</u>	<p><b>HOJA DE REGISTRO N°1:</b> Análisis organoléptico de la chicha de jora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aspecto</li> <li>▪ Color</li> <li>▪ Olor y aroma</li> <li>▪ Gusto</li> <li>▪ Persistencia o regusto</li> </ul>
	<p><b>HOJA DE REGISTRO N°2:</b> Análisis fisicoquímico de la chicha de jora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grado alcohólico (°GL)</li> <li>▪ pH</li> <li>▪ Densidad relativa</li> <li>▪ Acides total (% Ácido láctico)</li> <li>▪ Metanol (mg/mL)</li> </ul>
	<p><b>HOJA DE REGISTRO N°3:</b> Análisis microbiológico de la chicha de jora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coliformes totales (NMP)</li> <li>▪ Coliformes fecales (NMP)</li> <li>▪ Mohos (UFC/mL)</li> <li>▪ Levaduras (UFC/mL)</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

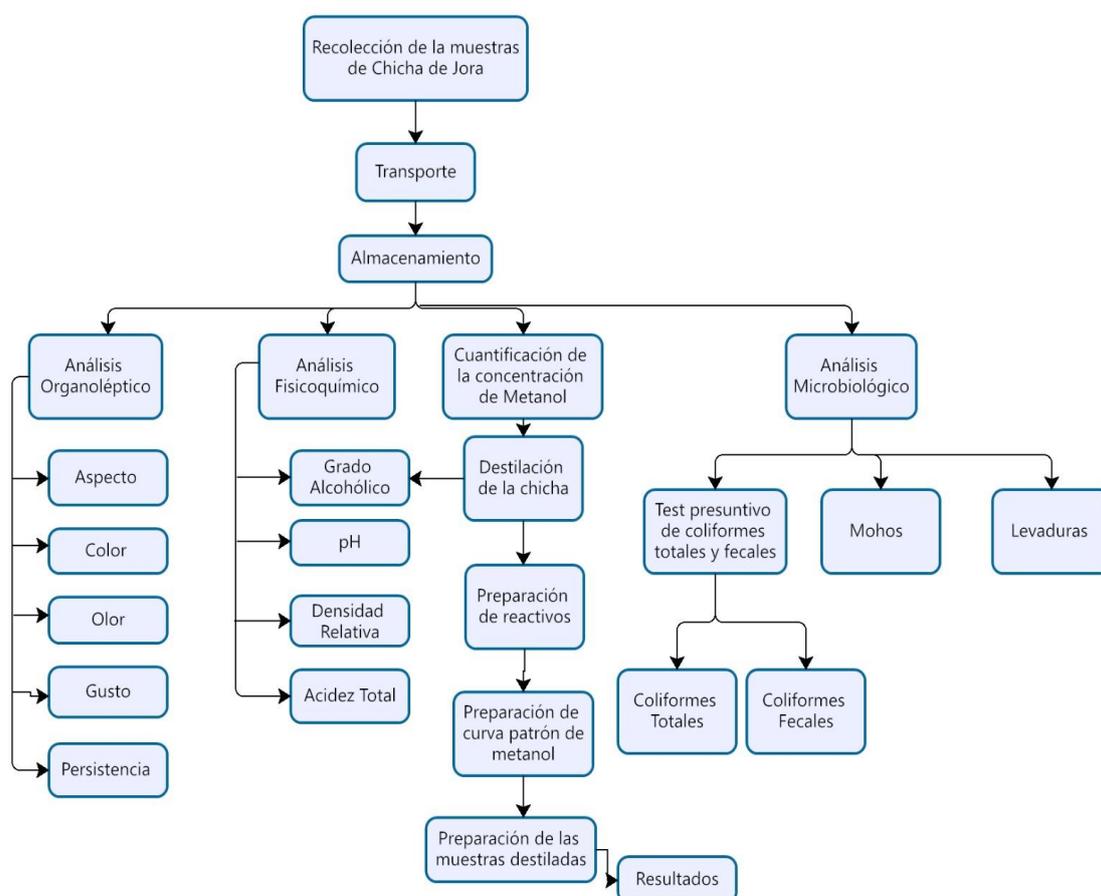
### 3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla N° 3. Técnicas de procesamiento de análisis estadístico.

TÉCNICAS	ANÁLISIS
<b>Tratamiento de datos en Microsoft Office Word (versión 2020)</b>	Procesamiento de datos.
<b>Estrategia de análisis en Minitab (versión 20)</b>	<b>Análisis estadístico de los datos:</b>  <b>Estadística descriptiva:</b> Se emplearon tablas de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de dispersión.  <b>Estadística inferencial:</b> Se usaron intervalos de confianza y la prueba Anderson-Darling para contrastar la hipótesis de normalidad, acompañado de un gráfico de normalidad.

Fuente: Elaboración propia

## Esquema N° 1. Procedimiento general.



Fuente: Elaboración propia

### 3.7 RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se identificaron los lugares de venta de la chicha de jora, recolectando 4 muestras en frascos estériles de 250 mL para el análisis organoléptico, concentración de metanol, fisicoquímico y microbiológico.

Los frascos con contenido de la muestra se ubicaron en un recipiente térmicamente aislado con gel refrigerante, dispuesto de manera homogénea en la base y laterales para garantizar que la temperatura no exceda los 4°C. Esto garantizó la viabilidad de la muestra hasta su recepción en el laboratorio, con un tiempo de transporte no superior a las 24 hrs. Se registró la temperatura del contenedor antes colocar la muestra y al llegar al laboratorio para confirmar que se mantuvo dentro de los límites(55).

### 3.8 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

#### A. Criterios para elección de evaluadores

- Experiencia previa con la chicha de jora.
- Capacidad sensorial normal.
- Interés y disposición para colaborar en el análisis.
- Habilidad para seguir instrucciones y protocolos.
- No presentar rechazo hacia la chicha de jora.

#### B. Número de evaluadores

Se utilizó el sistema Kappa de Cohen para medir la concordancia entre dos evaluadores(56).

**Tabla N° 4. Interpretación de resultados – Kappa.**

0 - 0.2	Ínfima concordancia
0.2 - 0.4	Escasa concordancia
0.4 - 0.6	Moderada concordancia
0.6 - 0.8	Buena concordancia
0.8 - 1.0	Muy buena concordancia

Fuente: Índice Kappa (57).

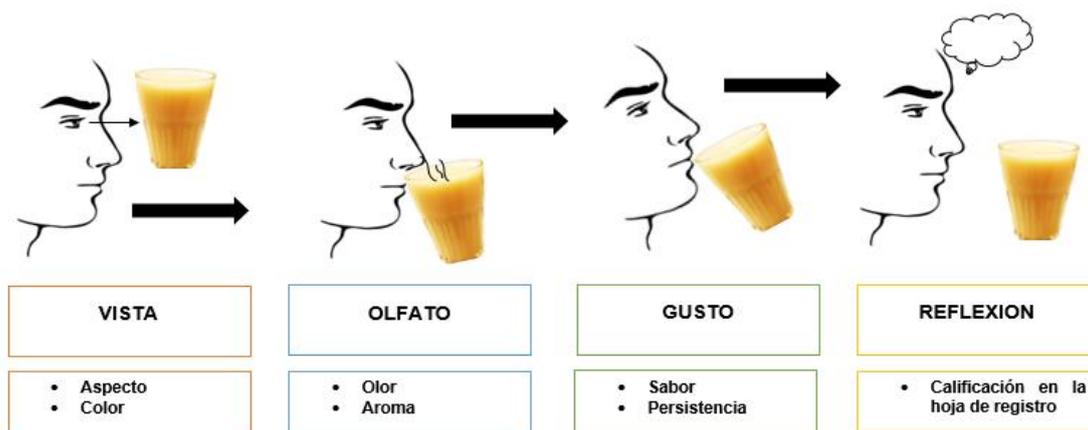
#### C. Procedimiento

- A cada uno de los evaluadores se le proporcionó la hoja de registro de datos (anexo 2), en la cual se describían los ítems que debían calificar.
- La chicha de jora se sirvió en un envase translúcido. Se observó la presencia de partículas, color y espuma, para lo cual el ambiente debía estar debidamente iluminado.
- Como paso siguiente, se procedió a oler la chicha de jora, lo cual consistió en inspirar varias veces de forma rápida a través de la nariz. Se agitó la chicha de jora las veces necesarias para liberar sus aromas.
- Finalmente, se tomó un sorbo de chicha, se retuvo por un rato en la boca, se degustó, y se calificaron el sabor, el amargor y la sensación que deja esta bebida una vez probada.

La evaluación de la chicha de jora se realizó completando una hoja de registro de datos donde se describió las siguientes características, considerando los criterios de acuerdo a la Norma Boliviana (NB 324016).

- **Aspecto:** Coloidal
- **Color:** De amarillo claro a amarillo intenso o purpura.
- **Olor y aroma:** Característico (ligeramente fermentado y fermentado).
- **Gusto:** Característico. Está permitido tres grados de dulzor sin adición de azúcares (seco, semidulce y dulce).
- **Persistencia o regusto:** La chicha no debe tener olores y/o sabores persistentes desagradables(4).

### Esquema N° 2. Análisis organoléptico



Fuente: Elaboración propia

## 3.9 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

### 3.9.1 DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO

#### a) Fundamento

El fundamento del método para la determinación del grado alcohólico en bebidas alcohólicas se basa en la diferencia de densidades que existe entre el alcohol y el agua.

La determinación de grado alcohólico se realizó por Hidrometría para lo cual fue necesario un alcoholímetro. Un alcoholímetro es un tipo de hidrómetro diseñado específicamente para medir el contenido de alcohol en soluciones acuosas. Este

instrumento flota más alto o más bajo en la solución dependiendo de su densidad.

La escala del alcoholímetro está calibrada para leer directamente el porcentaje de alcohol por volumen (% v/v) en la solución a una temperatura específica (normalmente 20°C)(28).

#### **b) Destilación de las muestras**

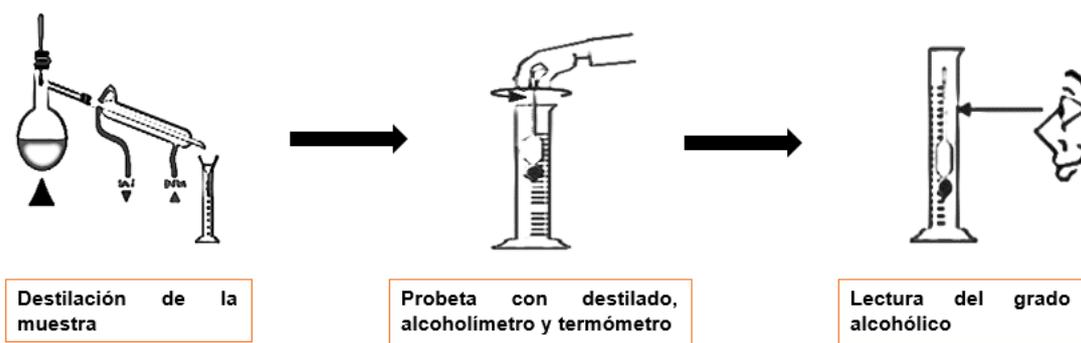
Para el estudio de todas las muestras de chicha de jora, se aplicó el siguiente procedimiento:

- Se verificó la limpieza y sequedad del equipo de destilación antes de armarlo.
- El matraz se enjuagó con una porción de la muestra de chicha de jora, se aforó con dicha muestra hasta 100 mL.
- Se trasvasó el contenido al balón del aparato de destilación.
- La destilación se llevó a cabo lentamente, recolectando el condensado en un matraz volumétrico(4).

#### **c) Procedimiento**

- Primeramente, el destilado se vierte en una probeta de 250 mL de capacidad, hasta un nivel que permita al alcoholímetro flotar libremente.
- Se mantuvo la probeta en posición vertical y se introdujo el termómetro y el alcoholímetro.
- Se efectuó la lectura del termómetro 1 min (a 20 °C); después de haber agitado el líquido para igualar la temperatura de la probeta, del termómetro, del alcoholímetro y del destilado.
- Posteriormente se retiró el termómetro y se lee el grado alcohólico aparente tras 1 min de reposo para lo cual se observó el punto en el que la superficie del líquido corta la escala del alcoholímetro.
- Se realizó como mínimo tres lecturas por muestra. Esta lectura proporcionó una estimación directa del contenido de alcohol en la solución(28).

### Esquema N° 3. Determinación de grado alcohólico



Fuente: Elaboración propia

### 3.9.2 DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROGENIONES

#### a) Fundamento

El método potenciométrico para la medición del pH se basa en la medición de la diferencia de potencial eléctrico entre dos electrodos: un electrodo de referencia y un electrodo de vidrio, también conocido como electrodo indicador. El electrodo de vidrio, que es sensible a la actividad de los iones de hidrógeno ( $H^+$ ) en la solución. Consiste en una fina membrana de vidrio específica para iones de hidrógeno que, al entrar en contacto con la solución, genera un potencial eléctrico proporcional a la concentración de  $H^+$  (y, por lo tanto, al pH de la solución)(58).

#### b) Procedimiento

- Se desgasificó la chicha mediante agitación constante, manteniendo la temperatura de la chicha entre 15 a 20 °C y posteriormente se llevó a centrifugar.
- Se colocó en un vaso de precipitación aproximadamente 50 mL de muestra de chicha centrifugada y a temperatura de ensayo.
- Se determinó el pH de la chicha introduciendo los electrodos del medidor de pH en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que no toquen las paredes del recipiente.
- Se agitó y se lee el valor del pH obtenido.

- Después de cada evaluación de la muestra, se limpió el equipo con agua destilada y se secó con papel absorbente.
- La determinación se efectuó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- La diferencia entre los resultados de las determinaciones efectuadas por duplicado no debe exceder de 0,05 unidades de pH; en caso contrario, se debe repetir la determinación.
- En el informe de resultados se indica la media aritmética de los resultados de la determinación(58).

#### Esquema N° 4. Determinación del potencial de hidrogeniones



Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

#### a) Fundamento

El método de picnometría se basa en la medición precisa del volumen de un líquido, y su relación con la masa para calcular la densidad.

#### b) Preparación de las muestras

- En un primer paso, se procedió al registro del peso del picnómetro sin contenido.
- A continuación, se llenó el picnómetro con el líquido y se cerró herméticamente.
- Posteriormente, se llevó a cabo la eliminación de cualquier rastro de humedad del picnómetro utilizando papel absorbente, con el fin de lograr una medición más precisa del peso.

- Seguidamente, se realizó una cuidadosa pesada y se registró el valor obtenido.
- Este mismo procedimiento se repitió por duplicado para cada una de las muestras y para el agua.

Finalmente, se determinó la densidad relativa correspondiente a cada muestra de acuerdo a la fórmula establecida:

$$Dr = (PpM - PpV)/(PpA - PpV)$$

Donde:

Dr: Densidad relativa.

PpM: Peso del picnómetro más muestra de chicha.

PpA: Peso del picnómetro más agua.

PpV: Peso del picnómetro vacío(59).

#### Esquema N° 5. Determinación de la densidad relativa



Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL

#### a) Fundamento

La titulación potenciométrica es un método en el cual la concentración de un analito se determina mediante la medición del potencial eléctrico de una solución durante la adición de un titulante. En el caso de la acidez total, el titulante generalmente es una base fuerte (como NaOH) y la medición del pH se realiza con un potenciómetro. La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables, determinadas por titulación con solución de hidróxido de sodio 0.1 N hasta pH 8.2 a muestras de chicha de jora desgasificada(60).

## b) Procedimiento

- Se desgasificó la chicha mediante agitación constante, manteniendo la temperatura de la chicha entre 15 a 20 °C y posteriormente se llevó a centrifugar.
- Se colocó en un vaso de precipitación aproximadamente 50 mL de muestra de chicha centrifugada y a temperatura de ensayo.
- Se introdujo los electrodos, y el agitador magnético dentro de la muestra de chicha. Posteriormente se empezó a agitar y ajustar la temperatura de determinación a 20 °C.
- Se tituló la muestra de chicha con la solución de NaOH 0.1 N hasta llegar a un pH de 8.2 añadiendo la solución alcalina en cantidades de 1.5 mL hasta un pH 7.6, luego en incrementos más pequeños de 0.15 mL hasta que alcance exactamente un pH de 8.2. Se aseguró el completo equilibrio antes de leer el volumen gastado de NaOH en la bureta exactamente a un pH de 8.2.
- La acidez se calculó como "porcentaje de ácido láctico" mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Acidez total (exp. ácido láctico)} = 0.09 * \left[ \frac{Vg \text{ en mL de NaOH} * 10}{Vm \text{ en mL de chicha} * Dr \text{ de la chicha}} \right]$$

En donde:

0.09: mL equivalentes de una solución de ácido láctico 1,0 N.

Vg: Volumen gastado de NaOH

Vm: Volumen de muestra de chicha.

Dr: Densidad relativa de la chicha(60).

## Esquema N° 6. Determinación de acidez total



Fuente: Elaboración propia

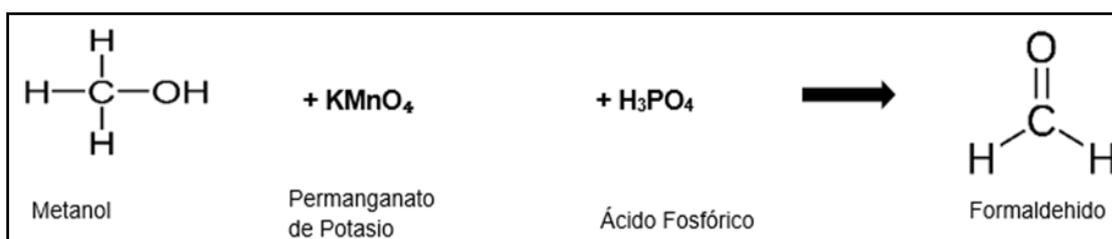
## 3.10 DETERMINACIÓN DE METANOL (MÉTODO POR ESPECTROFOTOMETRÍA UV/VIS - NTP 210.022 2019).

### a) Fundamento

Este método se basa en la oxidación del metanol a aldehído fórmico por acción del permanganato de potasio en un medio ácido, el formaldehído reacciona con el ácido cromotrópico en medio de ácido sulfúrico para dar un compuesto que se colorea a color violeta, el cual se lee a 575 nm en el espectrofotómetro(13).

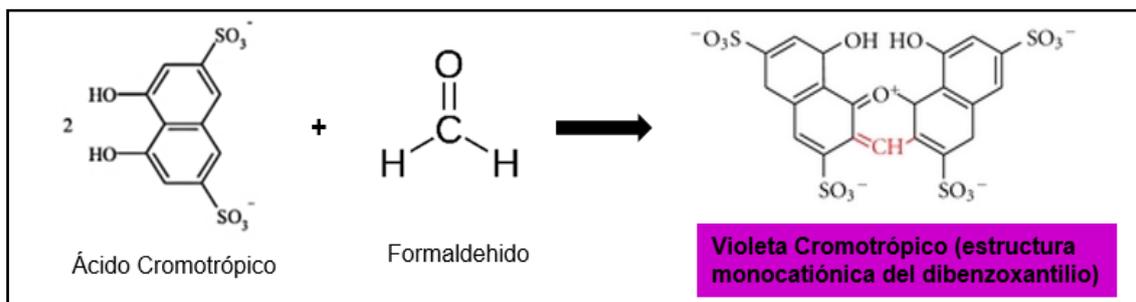
“La especificidad del ensayo cromotrópico hacia el formaldehído ha sido confirmada experimentalmente por varios autores”(61)

### Figura N° 5. Reacción de oxidación de metanol a formaldehído



Fuente: López Santiago NR., Alcántara Manjarrez LE, Gavilán García IC. Validación de la determinación cualitativa y cuantitativa de metanol en bebidas alcohólicas: un enfoque docente. 27 de febrero de 2020 (62).

**Figura N° 6. Reacción entre formaldehído y ácido Cromotrópico**



Fuente: Jendral JA, Monakhova YB, Lachenmeier DW. Formaldehído en bebidas alcohólicas: estudio químico amplio mediante detección de Purpald seguida de espectrofotometría de ácido cromotrópico con resolución de curva multivariada (61).

### 3.10.1 PREPARACIÓN DE REACTIVOS

#### a) Purificación de ácido cromotrópico, sal disódica dihidrato

El ácido cromotrópico, sal disódica dihidrato se purificó por el siguiente procedimiento:

Se disolvió 10 gramos del producto en 25 mL de agua y se agregó 2 mL de ácido sulfúrico, para liberar el ácido. Posteriormente se añadió 50 mL de metanol, y se calentó a ebullición y se filtró. Al filtrado se agregó 100 mL de alcohol isopropílico para precipitar el ácido libre. Se separó por filtración y se dejó secar a la temperatura del laboratorio los cristales recogidos. El ácido obtenido cumplió con el ensayo de sensibilidad que se describe más adelante(63).

#### b) Solución de ácido cromotrópico

El ácido cromotrópico debe ser puro y no dar ninguna coloración apreciable en un ensayo en blanco de los reactivos preparados con él.

Para la preparación de esta solución se disolvió 50 mg de ácido cromotrópico puro en 35 mL de agua. Se colocó esta solución en un baño de agua helada y se agregó con precaución, por pequeñas porciones y agitando, 75 mL de ácido sulfúrico concentrado. Esta solución se preparó en el momento del uso(63).

### **c) Ensayo de sensibilidad de ácido cromotrópico**

A 5 mL de solución de ácido cromotrópico se agregó 0.1 mL de dilución de formaldehído de concentración de 0.2 mg/mL y se calentó a 70 °C durante 20 minutos. Se produjo una coloración violeta(63).

### **d) Solución patrón de metanol (0.5 g por litro de alcohol al 5 % v/v)**

En una fiola de capacidad de 1 L se pesó 0.5 g de metanol y se agregó 50 mL de alcohol absoluto, luego se aforó con agua destilada hasta la marca indicada(63).

### **e) Solución de ácido fosfórico al 50%**

Se preparó haciendo una dilución a partir de ácido fosfórico concentrado del 85%, para lo cual en una fiola de 25 mL se midió 14.7 mL de ácido fosfórico concentrado y luego se aforó con agua destilada hasta la marca indicada(63).

### **f) Solución de permanganato de potasio al 5%**

En una fiola de capacidad de 25 mL se disolvió 1.25 g de permanganato de potasio y se aforó con agua destilada hasta la marca indicada(63).

### **g) Solución de sulfito de sodio al 2%**

En una fiola de capacidad de 100 mL se disolvió 2 g de sulfito de sodio y se aforó con agua destilada hasta la marca indicada. Esta solución se oxida rápidamente con el aire por lo cual se preparó en el momento de su empleo(63).

### **h) Solución de etanol absoluto al 5% Alc. Vol.**

Se preparó haciendo una dilución a partir de etanol absoluto del 99.9 % de pureza para lo cual se midió 50 mL de etanol absoluto y se aforó con agua destilada hasta 1 litro(63).

## **3.10.2 PREPARACIÓN DE CURVA PATRÓN DE METANOL**

En una serie de matraces volumétrico de 50 mL, se colocó 2.5 mL; 5 mL; 10 mL; 15 mL; 20 mL y 25 mL de la solución de metanol al 0.5 g/L, y se completó a la marca con una dilución al 5 % Alc. Vol de etanol. Estas soluciones contienen, por litro en etanol del 5%, 0.025 g; 0.05 g; 0.1 g; 0.15g; 0.2 g; y 0.25 g; de metanol.

Con alícuotas de 0.5 mL, se siguió el mismo proceso de las muestras problema como se indica posteriormente y se determina la absorbancia a 575 nm utilizando como blanco una solución de etanol al 5%, tratada en condiciones idénticas(63).

### 3.10.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DESTILADAS

Trabajando con el destilado obtenido para la determinación del contenido alcohólico, se procedió de la siguiente manera:

1. En una serie de tubos de ensayo con tapa, se colocó 0.5 ml del destilado, se agregó una gota de ácido fosfórico al 50%; y dos gotas de solución de permanganato de potasio al 5%, se agito y se dejó reposar por 10 minutos.
2. Se decoloró la solución por adición de algunas gotas de la solución de sulfito de sodio, evitando su exceso.
3. Se agregó 5 mL de la solución de ácido cromotrópico y se llevó a baño maría a 70 °C por 20 minutos.
4. Se determina la absorbancia a 575 nm, utilizando como blanco una solución de etanol al 5%, tratada en condiciones idénticas(63).

### 3.10.4 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Para determinar el contenido de metanol expresado en miligramos de metanol por cada cien mililitros de alcohol anhidro se empleó la siguiente formula:

$$\text{Metanol} \left( \frac{\text{mg}}{100\text{mL}} \right) = 0.1 * CM * FD * FG$$

CM: Concentración de metanol correspondiente a la absorbancia a 575 nm (se determina en la curva de calibración), mg/L

FD: Factor de dilución de la muestra= vf/vm

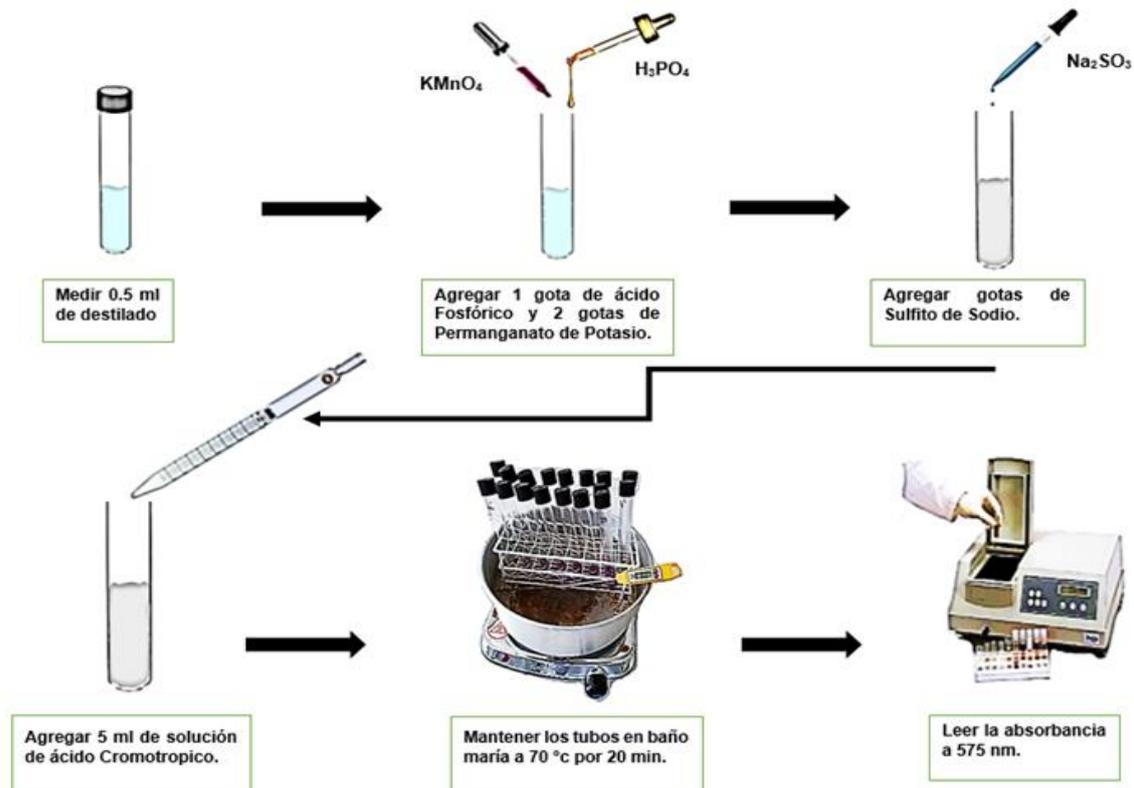
vf: Volumen final de la muestra diluida al 5 % Alc. Vol., mL

vm: volumen de muestra utilizado, mL

GA: Grado alcohólico de la muestra a 20 °C

FG: Factor de corrección para alcohol anhidro = 100/GA(63).

## Esquema N° 7. Determinación de metanol



Fuente: Elaboración propia

### 3.11 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

#### 3.11.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS CON AGUA PEPTONADA

Este medio fue utilizado como diluyente y para el enriquecimiento bacteriano.

##### a) Fundamento

Es un medio de enriquecimiento no selectivo, en el que la peptona proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano, mientras que el cloruro de sodio mantiene el equilibrio osmótico(64).

##### b) Procedimiento

Se suspendió 15 g del polvo en 1 litro de agua purificada y se disuelve completamente.

Luego se ha distribuido en 4 matraces aproximadamente 95 mL de solución y en 20 tubos de ensayo con 9 mL de solución para las diluciones correspondientes. Posteriormente se esterilizó en autoclave a  $121\text{ }^\circ\text{C}$  durante 15 minutos(64).

### **3.11.1.1 TEST PRESUNTIVO DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES – CALDO LAURIL SULFATO**

#### **a) Fundamento**

Es un medio rico en nutrientes que permite un rápido desarrollo de los microorganismos fermentadores de la lactosa, aún de las bacterias fermentadoras lentas. La triptosa es la fuente de nitrógeno, vitaminas, minerales y aminoácidos, la lactosa es el hidrato de carbono fermentable, las sales de fosfato proveen un sistema buffer, y el cloruro de sodio mantiene el balance osmótico. Es un medio selectivo ya que el lauril sulfato de sodio inhibe el desarrollo de la flora acompañante(65).

#### **b) Preparación**

Se suspendió 35,6 g del polvo en 1 litro de agua purificada. Se calentó con agitación frecuente y llevo a ebullición hasta la disolución total. Se ha distribuido en 36 tubos conteniendo 10 mL de solución y se colocó campanas de Durham. Posteriormente se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 minutos(65).

#### **c) Procedimiento de siembra de la muestra**

A partir de las diluciones decimales realizadas (1:10, 1:100, 1:1000) se inoculó por triplicado en los tubos con Lauril Sulfato.

#### **d) Incubación**

Se incubó los tubos 18-48 horas a 33-37 °C.

#### **e) Interpretación de los resultados**

Por la fermentación de la lactosa, se produce ácido y gas, éste último se evidencia al utilizar los tubos Durham.

### **3.11.1.1.1 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES – CALDO VERDE BRILLANTE BILIS**

#### **a) Fundamento:**

En el medio de cultivo, la peptona aporta los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo bacteriano, la bilis y el verde brillante son los agentes

selectivos que inhiben el desarrollo de bacterias gram positivas y gram negativas a excepción de coliformes, y la lactosa es el hidrato de carbono fermentable(66).

#### **b) Preparación**

Se suspendieron 40 g del polvo en 1 litro de agua purificada. Se disolvió la mezcla y se distribuyeron 10 mL en cada tubo, con un tubo de Durham invertido. Posteriormente, se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos(66).

#### **c) Procedimiento de siembra de la muestra**

A partir de los tubos positivos en el test presuntivo de coliformes totales y fecales se procede a inocular una o dos asadas a los tubos con Verde Brillante Bilis

#### **d) Incubación**

En aerobiosis, a 33 - 37 °C durante 48 horas.

#### **e) Interpretación de resultados**

**Positivo:** turbidez y presencia de gas. Puede existir viraje del color del medio de cultivo al color marronado o amarillo.

**Negativo:** ausencia de turbidez y/o gas(66).

### **3.11.1.1.2 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES – CALDO EC (*Escherichia coli*)**

#### **a) Fundamento**

En este medio de cultivo la tripteína es la fuente de péptidos, aminoácidos y nitrógeno. La lactosa es el hidrato de carbono fermentable y favorece el desarrollo de bacterias coliformes, las sales biliares inhiben el crecimiento de la flora acompañante Gram positiva, las sales fosfato constituyen un sistema buffer que impide que los productos ácidos originados por la fermentación de lactosa afecten el crecimiento microbiano y el cloruro de sodio mantiene el balance osmótico(67).

#### **b) Preparación**

Se suspendió 37 g del polvo en 1 litro de agua purificada. Se calentó con agitación frecuente para su total disolución. Se distribuyó en tubos de ensayo

que contengan campanas de Durham, posteriormente se esterilizo en autoclave a 121°C durante 15 minutos(67).

**c) Procedimiento de siembra de la muestra**

A partir de los tubos positivos en el test presuntivo de coliformes totales y fecales se procede a inocular una o dos asadas a los tubos con Caldo EC.

**d) Incubación**

En aerobiosis, a 44,5 - 45,5 °C durante 48 horas.

**e) Interpretación de resultados**

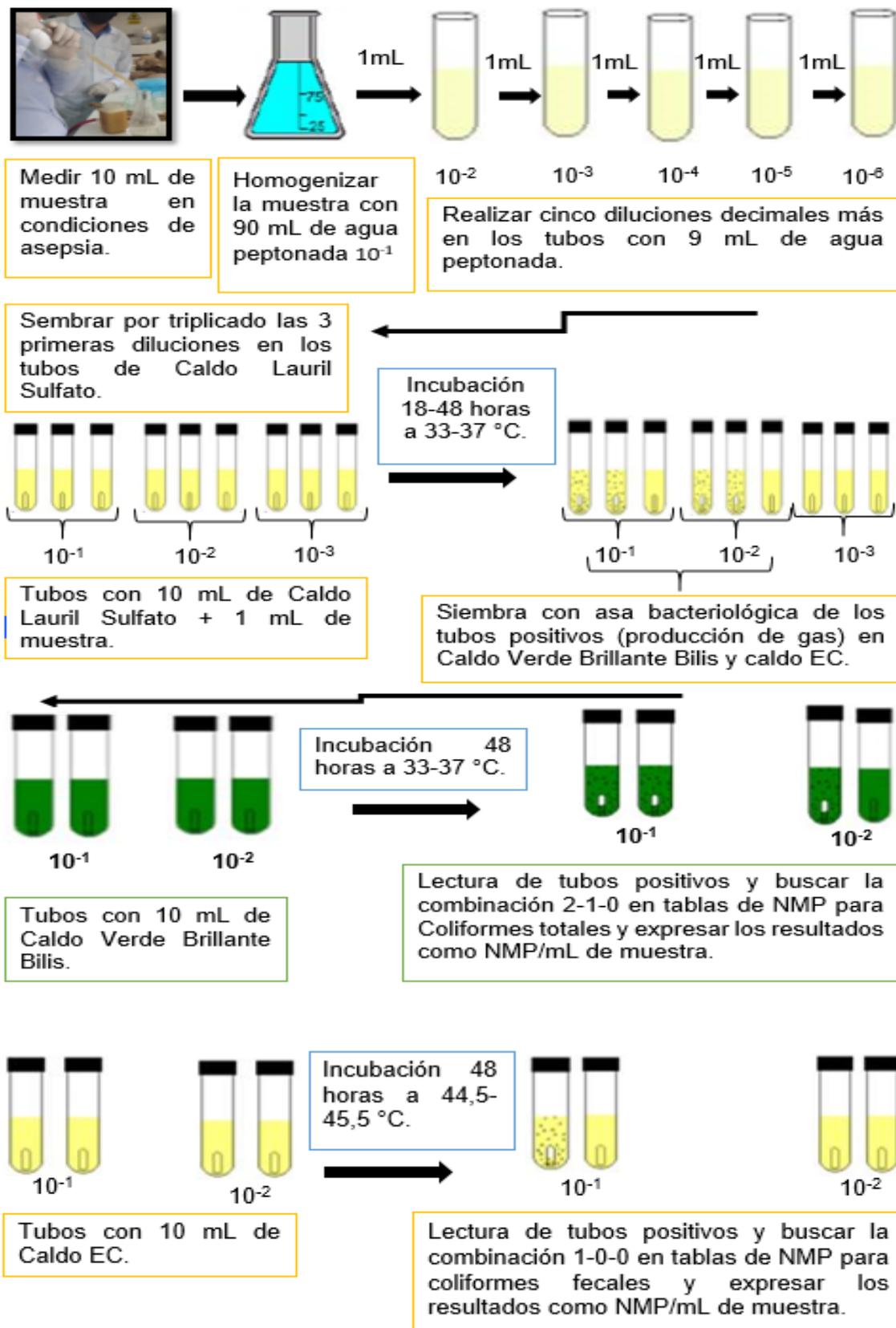
Se consideran resultado positivo el crecimiento bacteriano y la producción de gas.

**f) Cálculo para coliformes totales y fecales**

Para recuento de coliformes totales y fecales se realizó por la técnica del Número Más Probable para lo cual:

Se anotó el número de tubos positivos en cada serie de diluciones. Por ejemplo, si se tiene tres diluciones ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) y los resultados son 3 tubos positivos en la primera dilución, 2 en la segunda y 1 en la tercera, el resultado se expresará como 3-2-1. Posteriormente se consulta una tabla de NMP para encontrar la combinación de 3-2-1 y se determina el NMP(68).

**Esquema N° 8. Determinación de coliformes totales y fecales.**



Fuente: Elaboracion propia

### **3.11.1.2 DETERMINACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS - AGAR SABOURAUD GLUCOSADO**

#### **a) Fundamento**

El medio de cultivo contiene peptona, tripteína y glucosa como nutrientes para el desarrollo microbiano. La alta concentración de glucosa, la presencia de Cloranfenicol y el pH ácido inhiben el crecimiento bacteriano, favoreciendo el desarrollo de hongos y levaduras(69).

#### **b) Preparación**

Se suspendió 27.3 g del polvo en 420 mL de agua purificada. Se calentó con agitación frecuente para su total disolución. Posteriormente se esterilizó en autoclave a 121°C durante 15 minutos y se deja enfriar hasta alcanzar una temperatura 45-50 °C(69).

#### **c) Procedimiento de siembra de la muestra**

Método de vertido: Se inoculó 1 mL de cada dilución en una placa de Petri estéril y posteriormente se añadió aproximadamente 15-20 mL de medio de cultivo fundido (a 45-50°C). Se homogenizo mediante movimientos de vaivén y rotación. Y se permitió su solidificación a temperatura ambiente(70).

Para mohos se procede a inocular por triplicado 1 mL de las diluciones decimales realizadas (1:10, 1:100).

Para levaduras se procede a inocular por triplicado 1 mL de las diluciones decimales realizadas (1:100000, 1:1000000).

#### **d) Incubación**

- Se incubó en aerobiosis a 20-25 °C durante 2 a 7 días(69).

#### **e) Interpretación de los resultados**

- Las colonias de mohos fueron de un aspecto denso y aterciopelada, mientras que otras tienen una apariencia más esponjosa o algodonosa. Se observó que las colonias tienen algunas características macroscópicas especial, como pigmentación o la producción de esporas e hifas visibles. Las colonias de levaduras tienen características más suaves y cremosas

en comparación con la de los mohos. Pueden variar en color, pero a menudo son blancas o de tonalidades más claras(69).

#### f) Cálculo para mohos y levaduras

Para recuento de mohos y levaduras se realizó por la técnica de recuento estándar en placa para lo cual:

Se cuenta las colonias visibles en las placas que contengan entre 30 y 300 colonias. Placas con menos de 30 colonias se consideran poco precisas, y placas con más de 300 colonias son difíciles de contar y pueden sufrir superposición de colonias, posteriormente se calcula el promedio de las tres placas y se reemplaza en la fórmula siguiente:

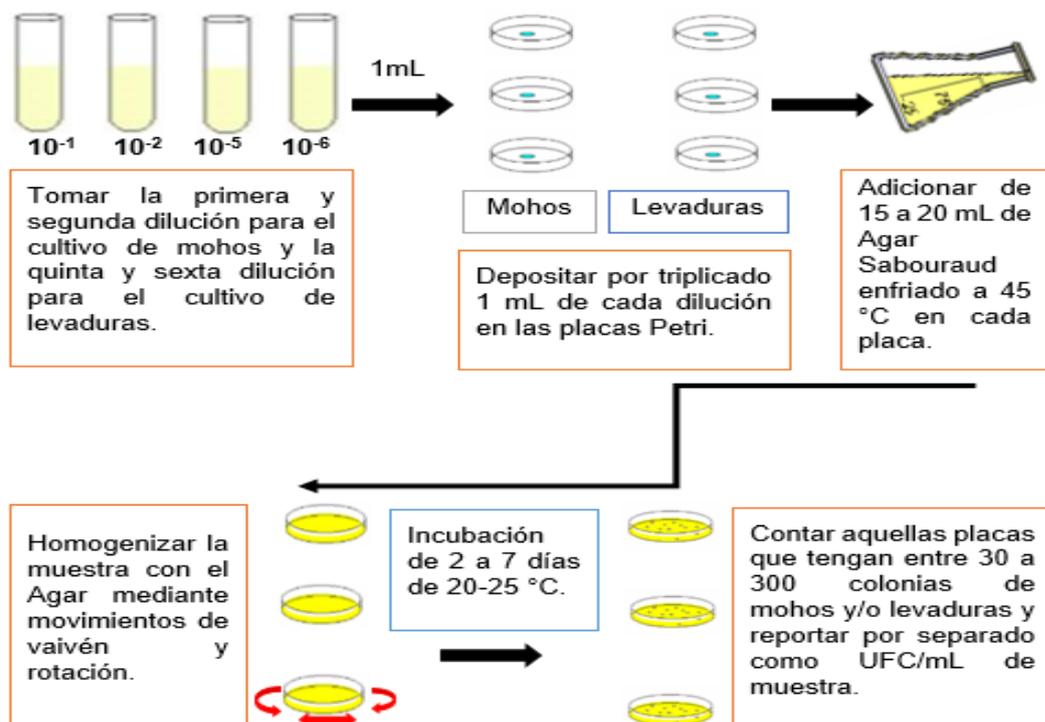
$$\frac{UFC}{mL} = Prom. n^{\circ} colonias contadas * \frac{1}{f} * \frac{1}{V}$$

Donde:

F: factor de dilución

V: volumen de muestra (mL)(71).

#### Esquema N° 9. Determinación de mohos y levaduras



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 5. Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	NATURALEZA	TIPO DE ESCALA	EXPRESIÓN FINAL
<b>ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO</b>	Es el estudio basado en las capacidades humanas para detectar y valorar atributos sensoriales percibidos por los órganos de los sentidos, permitiendo describir las características de un producto(48).	Es la evaluación sensorial de un producto o sustancia para evaluar sus características organolépticas. Las características organolépticas incluyen aspectos relacionados con los sentidos humanos, como el aspecto, color, olor, aroma, gusto, persistencia o regusto por medio de la cata de la chicha de jora.	ASPECTO	Cualitativa	Nominal	Coloide Otros
			COLOR	Cualitativa	Ordinal	Amarillo claro Amarillo intenso Purpura
			OLOR Y AROMA	Cualitativa	Ordinal	Ligeramente fermentado Fermentado
			GUSTO	Cualitativa	Ordinal	Seco Semidulce Dulce
			PERSISTENCIA O REGUSTO	Cualitativa	Nominal	Agradable Desagradable
<b>CONTENIDO DE METANOL</b>	Cantidad de metanol presente en una solución(72).	La determinación de metanol se realiza por espectrofotometría, se prepara la muestra, diluyéndola para asegurar que esté dentro del rango de medición del espectrofotómetro. Luego, se calibra el instrumento con estándares de metanol de concentración conocida que cubren el rango esperado en la muestra. La muestra se coloca en una cubeta óptica y se mide su absorbancia a una longitud de onda específica. Utilizando los datos de absorbancia de los estándares, se construye una curva de calibración que relaciona absorbancia y concentración conocida de metanol. Posteriormente, se mide la absorbancia de la muestra desconocida y se calcula su concentración de metanol utilizando la curva de calibración.	CONCENTRACIÓN DE METANOL	Cuantitativa	Intervalo	mg/100mL

<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>	Son propiedades mensurables que se utilizan para cuantificar y describir las características físicas y químicas de una sustancia o sistema, lo que incluye aspectos como la composición química, estructura molecular, densidad, la viscosidad, pH, solubilidad, entre otros.	<p>GA: Se determina usando un alcoholímetro, un tipo de hidrómetro especializado para medir alcohol en soluciones acuosas. Su posición de flotación varía según la densidad de la solución, permitiendo así la medición precisa del contenido de alcohol.</p> <p>pH: Se mide utilizando un pH-metro calibrado con soluciones tampón de pH conocido (generalmente pH 4.00, 7.00 y 10.00). Se sumerge el electrodo del pH-metro en la muestra homogenizada, permitiendo que la lectura se estabilice antes de registrar el valor.</p> <p>DENSIDAD RELATIVA: Se determina midiendo la densidad de una muestra a una temperatura específica (usualmente 20°C) y comparándola con la densidad del agua. Se emplean instrumentos como el picnómetro para realizar esta medición de manera precisa.</p> <p>ACIDEZ TOTAL: Se mide mediante titulación con NaOH de concentración conocida. Se toma una muestra, se titula con NaOH utilizando un pH-metro como indicador para detectar el punto final de la titulación.</p>	GRADO ALCOHÓLICO	Cuantitativa	Intervalo	°GL
			pH	Cuantitativa	Intervalo	pH
			DENSIDAD RELATIVA	Cuantitativa	Intervalo	VALOR NUMÉRICO
			ACIDEZ TOTAL	Cuantitativa	Intervalo	% ÁCIDO LÁCTICO
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>	Es el conjunto de características y condiciones relacionadas con la presencia, la identificación y el control de microorganismos en un determinado producto, sustancia o ambiente(73).	Se refiere a todos los procedimientos y medidas prácticas que se implementarán para evaluar y garantizar la ausencia, presencia o niveles aceptables de microorganismos mediante el método de NMP y recuento estándar en placa de los mismos.	COLIFORMES TOTALES	Cuantitativa	Intervalo	NMP/mL
			COLIFORMES FECALES	Cuantitativa	Intervalo	NMP/mL
			MOHOS Y LEVADURAS	Cuantitativa	Intervalo	UFC/mL

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 DE LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO CUSCO.

**Tabla N° 6. Resultados del análisis organoléptico**

Características organolépticas		Evaluador 1		Evaluador 2		Concordancia
		N	%	N	%	Índice Kappa
Aspecto	Coloide	26	100.0	26	100.0	1
	Otros	0	0.0	0	0.0	
Color	Amarillo claro	26	100.0	26	100.0	1
	Amarillo intenso	0	0.0	0	0.0	
	Purpura	0	0.0	0	0.0	
Olor	Ligeramente fermentado	13	50.0	14	53.8	0.769 P = 0.000
	Fermentado	13	50.0	12	46.2	
Gusto	Seco	11	42.3	9	34.6	0.839 P= 0.000
	Semidulce	15	57.7	17	65.4	
	Dulce	0	0.0	0	0.0	
Persistencia	Agradable	22	84.6	18	69.2	0.371 P = 0.033
	Desagradable	4	15.4	8	30.8	
Total		26	100.0	26	100.0	

Fuente: Datos recolectados.

### INTERPRETACIÓN

De acuerdo con la tabla N°6:

#### Aspecto:

- Coloide: Ambos evaluadores coincidieron completamente en clasificar el aspecto como coloide en el 100% de los casos (n=26), resultando en un índice kappa de 1, lo que indica muy buena concordancia.

**Color:**

- Amarillo claro: Similar al aspecto, ambos evaluadores coincidieron en un 100% (n=26) al clasificar el color como amarillo claro, con un índice kappa de 1, lo que indica muy buena concordancia.

**Olor:**

- Ligeramente fermentado: Hubo una ligera discrepancia en la evaluación del olor; el evaluador 1 clasificó 13 casos (50%) como ligeramente fermentado, mientras que el evaluador 2 clasificó 14 casos (53.8%) de la misma manera. El índice kappa para esta categoría es 0.769, lo que indica buena concordancia.
- Fermentado: Similarmente, hubo una discrepancia con 13 y 12 casos para los evaluadores 1 y 2, respectivamente.

**Gusto:**

- Seco: El evaluador 1 encontró 11 casos (42.3%) con gusto seco, mientras que el evaluador 2 identificó 9 casos (34.6%). El índice kappa es 0.839, indica muy buena concordancia.
- Semidulce: Hay una discrepancia menor, con 15 casos para el evaluador 1 y 17 para el evaluador 2.
- Dulce: Ningún caso fue clasificado como dulce por ninguno de los evaluadores.

**Persistencia:**

- Agradable: Aquí se nota una mayor discrepancia; el evaluador 1 clasificó 22 casos (84.6%) como agradables, mientras que el evaluador 2 clasificó 18 casos (69.2%). El índice kappa es de 0.371, indica escasa concordancia.
- Desagradable: El evaluador 1 encontró 4 casos desagradables frente a 8 casos identificados por el evaluador 2.

## DISCUSIÓN

Los evaluadores afirman que la chicha de jora posee las características organolépticas típicas de esta bebida tradicional, como el color, aspecto, olor, persistencia y sabor. Dado que en el Perú no existe una normativa específica que regule los estándares de calidad para la chicha de jora(74), se tomó como referencia la Norma Boliviana, la cual define los parámetros aceptables para estas características. Esta normativa sirvió de base para evaluar la conformidad de los resultados obtenidos.

Sin embargo, es importante destacar que, según **Suarez**(15), las características organolépticas observadas: aspecto, color, olor, gusto y persistencia en la chicha de jora confirman que esta bebida posee las mismas propiedades sensoriales obtenidos en nuestro estudio.

Por otro lado, **Briceño** (74) señala que el aspecto de la chicha de jora está influenciado por la presencia de proteínas y levaduras al finalizar la fermentación. Además, un tiempo de cocción de dos horas es ideal para su elaboración, ya que define características distintivas de esta bebida, como el color y el sabor, mientras que el aroma permanece relativamente constante durante el proceso de fermentación.

## 4.2 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS (GRADO ALCOHÓLICO, pH, DENSIDAD RELATIVA, ACIDEZ TOTAL) DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO.

### 4.2.1 GRADO ALCOHÓLICO

Tabla N° 7. Resultados del grado de alcohólico

	N	%
Apto	26	100.0
No apto	0	0.0
Total	26	100.0
Mínimo		1.00°GL
Máximo		4.00°GL
Promedio		2.15°GL
Desviación Estándar		1.05°GL

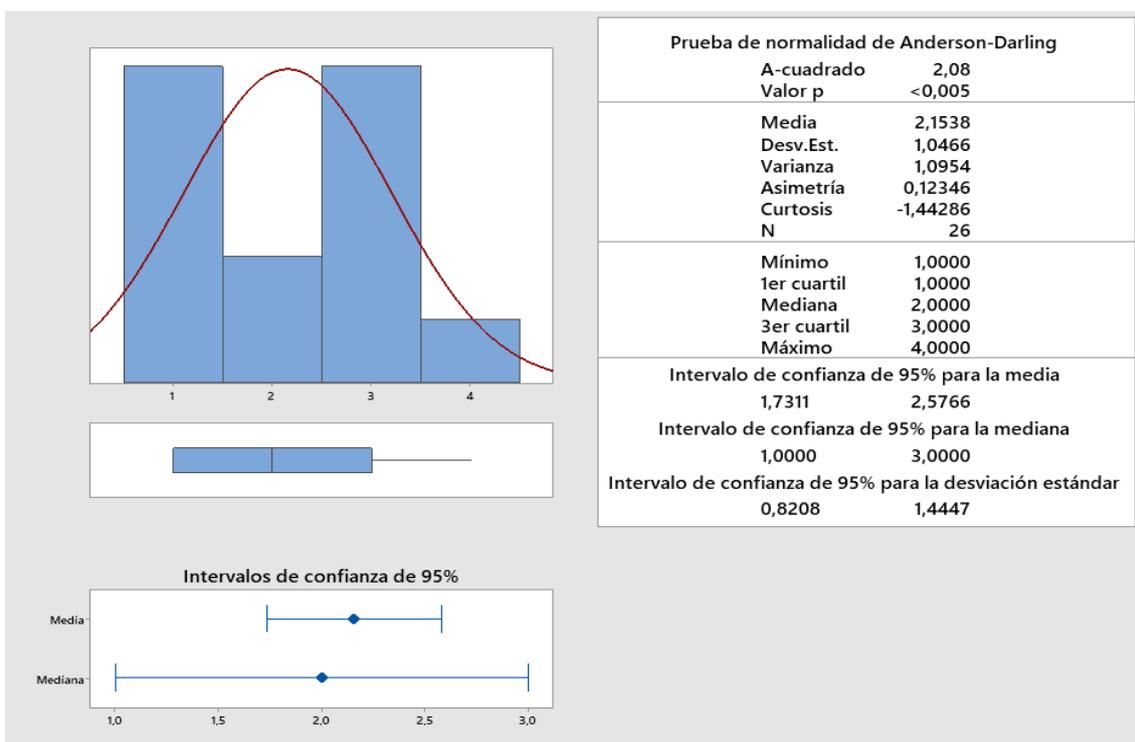
Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°7 se presentan los resultados del grado alcohólico de la chicha de jora, evaluada en 26 lugares de venta. Todas las muestras fueron clasificadas como "Aptas" para el consumo humano, no se identificaron muestras "No aptas". El grado alcohólico varió entre un mínimo de 1°GL y un máximo de 4°GL, con un promedio de 2.15°GL  $\pm$  1.05°GL. Esta variabilidad moderada indica que el contenido alcohólico es relativamente bajo, lo cual es característico de esta bebida tradicional, y se encuentra dentro de los parámetros aceptables según la NB 324016.

**Figura N° 7. Reporte de los resultados del grado alcohólico**



Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

### Interpretación de la figura N°7

El grado de alcohol registrado en 26 lugares de venta de chicha de jora es diverso. Considerando que estos datos no presentan normalidad ( $p = 0.005 < 0.05$ ), el grado de alcohol tiene un intervalo de confianza para la mediana que varía entre 1°GL y 3°GL, con un 95% de confiabilidad.

### DISCUSIÓN

En esta investigación, los resultados obtenidos muestran que el grado alcohólico varió entre un mínimo de 1°GL y un máximo de 4°GL, con un promedio de  $2.15 \pm 1.05^\circ\text{GL}$ . Al comparar estos resultados con estudios previos, se observan similitudes significativas en los contenidos de alcohol de la chicha de jora.

**Rivera**(10) reportó un rango de contenido de alcohol de 0.1°GL a 5.6°GL. Este rango es más amplio que el observado en nuestro estudio, lo que indica una mayor variabilidad en los niveles de alcohol en las muestras de chicha de jora estudiadas por Rivera.

**Beltrán**(5) reportaron un contenido máximo de alcohol de 5.2°GL y un promedio de 3.45°GL. Nuestros resultados muestran un contenido de alcohol más bajo,

tanto en el valor máximo (4°GL comparado con 5.2°GL) como en el promedio (2.15°GL comparado con 3.45°GL).

**Suarez**(15) encontró un grado alcohólico de 2.7°GL, que está dentro de los valores obtenidos en nuestro estudio. La similitud en estos resultados sugiere que las técnicas y condiciones de producción en ambos estudios pueden ser comparables, proporcionando una referencia útil para la producción de chicha de jora con un contenido de alcohol moderado.

Las diferencias observadas en los niveles de alcohol entre este estudio y los estudios previos pueden atribuirse a varios factores, incluyendo las técnicas de producción, la materia prima utilizada, la duración y condiciones de fermentación (temperatura), y las especificaciones regionales o tradicionales de la chicha de jora(75).

#### 4.2.2 pH

**Tabla N° 8. Resultados del potencial de hidrogeniones (pH)**

	N	%
< 2.8	6	23.1
De 2.8 - 5	20	76.9
Total	26	100.0
Mínimo		2.63
Máximo		3.20
Promedio		2.87
Desviación Estándar		0.14

Fuente: Datos recolectados.

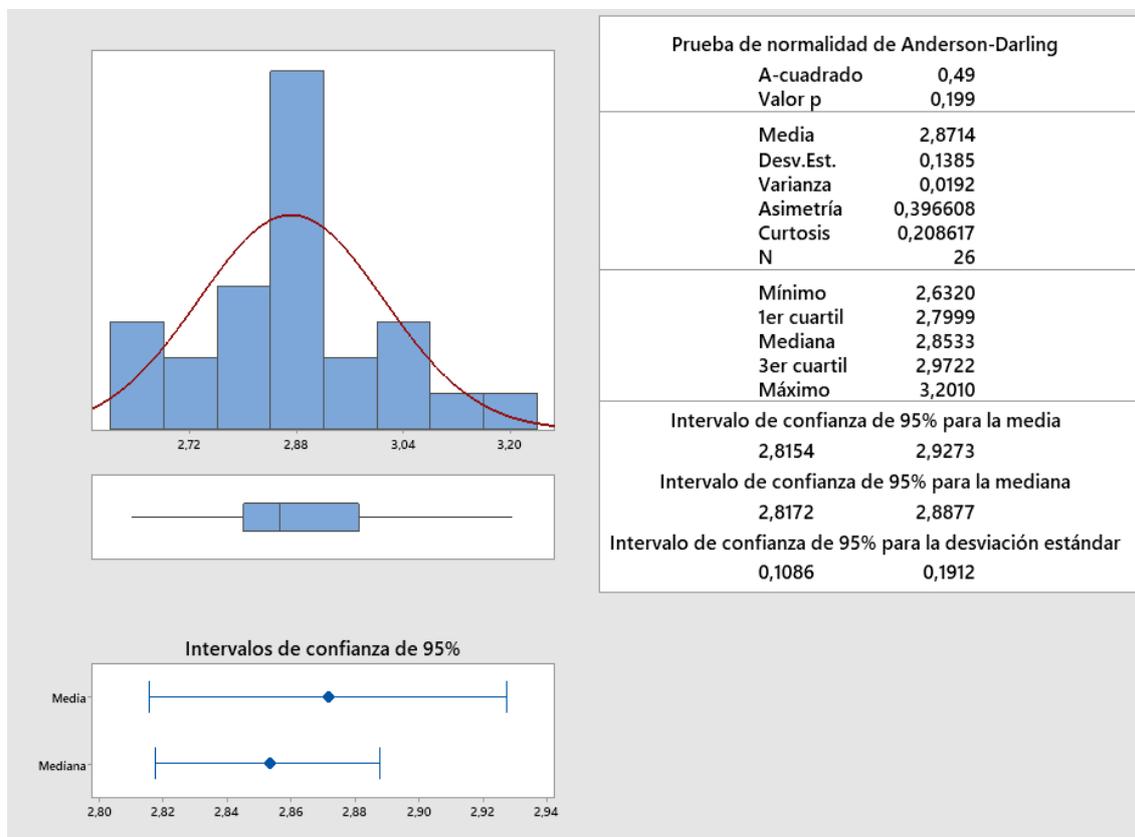
Promedio de 3 medidas

#### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°8 se observa que, en 20 lugares donde se comercializa la chicha de jora, el pH se encuentra dentro de los parámetros aceptables según la NB 324016. Sin embargo, en 6 lugares de venta, el pH estaba por debajo del parámetro aceptable.

El valor mínimo registrado fue de 2.63 pH y el valor máximo de 3.20 pH, con un promedio de  $2.87 \pm 0.14$ pH (2.73 – 3.01 pH).

**Figura N° 8. Reporte de los resultados de potencial de hidrogeniones (pH)**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N° 8

El pH registrado en 26 lugares de venta de la chicha de jora es similar, considerando que estos datos presentan normalidad ( $p = 0.199 > 0.05$ ), el pH presenta un intervalo de confianza para la media entre 2.8154 pH hasta 2.9273 pH, al 95% de confiabilidad.

### DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación muestran un pH que varía entre 2.63 y 3.20, con un promedio de  $2.87 \pm 0.138$  pH. El nivel de acidez o basicidad que contenga el medio que contendrán las levaduras que promoverán la producción de alcohol, determinará el nivel de consumo de sustrato, así como la velocidad de fermentación. La actividad de las levaduras disminuye cuando se encuentra a niveles de pH bajos(76).

Según **Anrango**(75), el tipo de maíz afecta significativamente el pH de la chicha de jora, como se demuestra en su estudio. La chicha elaborada con maíz blanco presentó un pH de 4.1, Por otro lado, la chicha hecha con maíz amarillo tuvo un pH de 4.32. De manera similar, el estudio de **Suárez**(15) reportó un pH de 3.8 de chicha de jora preparada por método tradicional, lo cual también está dentro del rango óptimo.

Además, los resultados obtenidos por **Pezo**(12) mostraron un rango de pH que varió desde 5.078 al inicio de la fermentación hasta 3.754 después de 26 horas. Este rango se mantiene dentro del intervalo óptimo para el crecimiento de levaduras durante una gran parte del proceso fermentativo, lo cual son diferentes con nuestros hallazgos y resalta la importancia de controlar el pH inicial y durante el proceso para optimizar la fermentación.

En comparación, los valores de pH obtenidos en nuestro estudio (2.63-3.20) son ligeramente bajos. Esta diferencia puede atribuirse a que los estudios realizados por Anrango, Suárez y Pezo se realizaron en condiciones de laboratorio con fermentación controlada.

El pH es un buen indicador del estado general del producto, ya que afecta diversos procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como la proliferación de microorganismos. Valores de pH por debajo de 2.8 en algunas de nuestras muestras pueden señalar una fermentación excesiva o una sobreproducción de ácidos, lo que puede llevar a un sabor muy ácido y desagradable, como se evidenció en el análisis organoléptico(74).

### 4.2.3 DENSIDAD RELATIVA

**Tabla N° 9. Resultados de la densidad relativa**

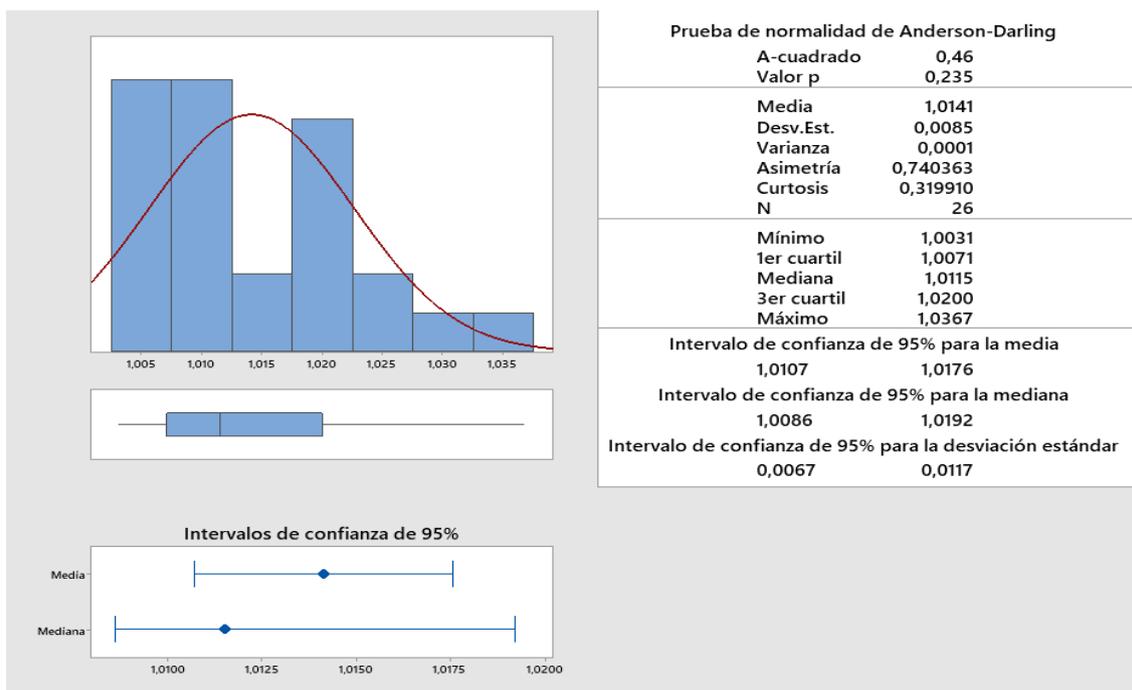
	N	%
Total	26	100%
Mínimo	1.0031	
Máximo	1.0367	
Promedio	1.0141	
Desviación Estándar	0.0085	

Fuente: Datos recolectados. Promedio de 3 medidas

### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°9 se muestra los resultados de la densidad relativa de la chicha de jora, con valores que varían entre 1.0031 a 1.0367 y un promedio de 1.0141, indican una ligera variación en la concentración de sólidos disueltos y alcohol en las muestras. La baja desviación estándar (0.0085) sugiere que la mayoría de las muestras presentan densidades similares, lo que refleja una homogeneidad en la calidad del producto en términos de su densidad. Estos valores son esperables en una bebida fermentada como la chicha de jora, donde la presencia de sólidos disueltos y alcohol influye en la densidad relativa.

**Figura N° 9. Reporte de los resultados de la densidad relativa**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N°9

La densidad relativa registrada en 26 establecimientos de venta de chicha es similar, considerando que estos datos presentan normalidad ( $p = 0.231 > 0.05$ ), la densidad relativa presenta un intervalo de confianza para la media entre 1.0107 hasta 1.0176, al 95% de confiabilidad.

### DISCUSIÓN

En esta investigación, se determinó que la densidad relativa de la chicha de jora varió entre un valor mínimo de 1.0031 y un máximo de 1.0367, con un promedio de  $1.0141 \pm 0.0085$ .

**Camacho**(14), quien documentó una densidad de 1.03 en su estudio. Aunque el promedio de densidad relativa obtenido en nuestro trabajo (1.0141) es ligeramente inferior al valor reportado por Camacho. Además, su investigación señala que la densidad aumenta de manera exponencial debido al tiempo de fermentación y la acción de las levaduras. Las levaduras generan biomasa, lo que no solo altera la densidad del producto fermentado, sino también su viscosidad.

#### 4.2.4 ACIDEZ TOTAL

**Tabla N° 10. Resultados de la acidez total (% ácido láctico)**

	N	%
< a 0.75	22	84.6
De 0.75 a 4.5	4	15.4
Total	26	100.0
Mínimo		0.4220
Máximo		1.0003
Promedio		0.6019
Desviación Estándar		0.1601

Fuente: Datos recolectados.

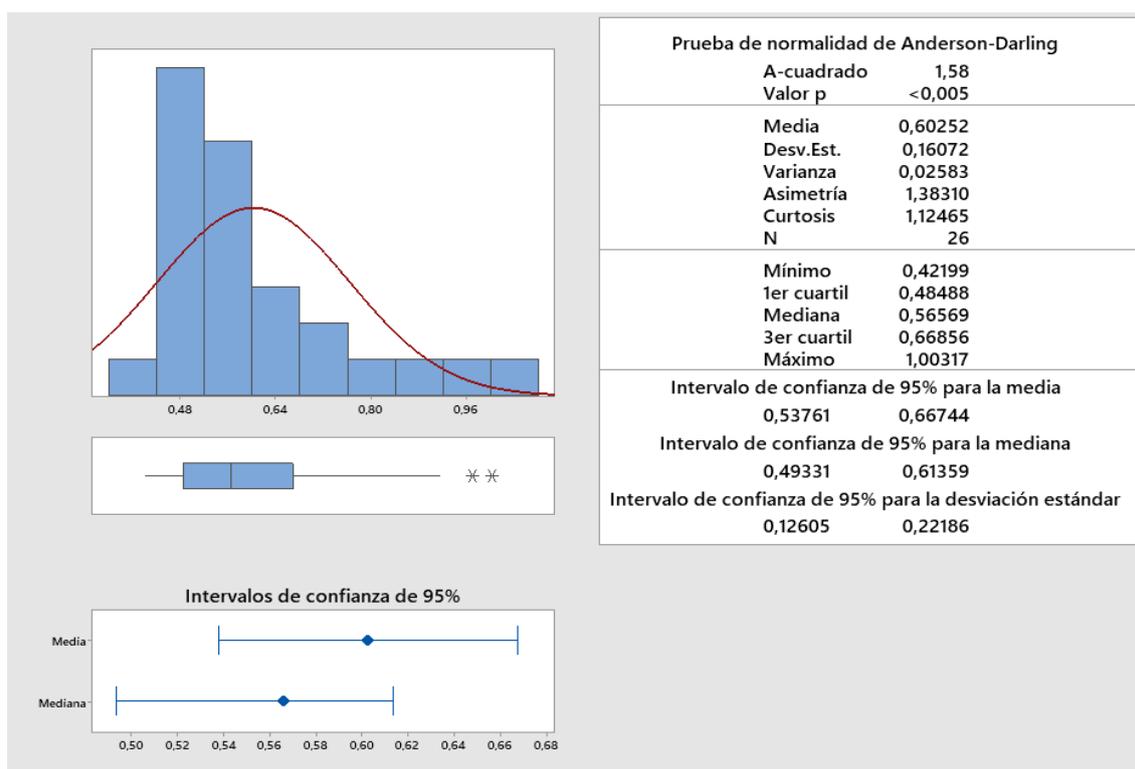
Promedio de 3 medidas

#### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°10 se observa que solo en 4 lugares que venden chicha de jora la acidez se encuentra dentro de los parámetros aceptables de 0.75% a 4.5% según la NB 324016, en 22 establecimientos la acidez es menor a 0.75%.

El registro mínimo fue de 0.42% y máxima de 1%, donde el promedio registrado de acidez es de  $0.6019 \pm 0.161$  %.

**Figura N° 10. Reporte de los resultados de la acidez total (% ácido láctico)**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N°10

La acidez registrada en 26 lugares de venta de chicha es diversa, considerando que estos datos no presentan normalidad ( $p = 0.005 < 0.05$ ), la acidez presenta un intervalo de confianza para la mediana entre 0.4933% hasta 0.6135%, al 95% de confiabilidad.

### DISCUSIÓN

En esta investigación, los resultados obtenidos muestran rango de acidez de 0.42% a 1%, con un promedio de  $0.6019 \pm 0.161\%$ . Estos valores son comparables con los datos reportados en estudios previos, aunque existen algunas diferencias notables.

**Rivera**(10) reportó un rango de acidez mucho más amplio, de 0.2% a 5.1%. Comparado con nuestros resultados, el rango de Rivera incluye tanto valores más bajos como significativamente más altos de acidez. Esto sugiere que, en diferentes contextos o condiciones de producción, la acidez de la chicha de jora puede variar considerablemente.

En su estudio, **Pezo**(12) reporta un aumento en la acidez, desde 0.24% hasta 0.513% de ácido láctico, en un periodo de 0 a 26 horas. Nuestros resultados muestran que la acidez varía entre 0.4220% y 1.0003%, lo que es ligeramente superior a los valores reportados por Pezo. Cabe señalar que el estudio de Pezo fue realizado bajo condiciones controladas, lo que podría influir en las diferencias observadas.

**Camacho**(14) reportó una acidez láctica de 2.88 g/L (0.288%) en la chicha de jora, obtenida bajo un proceso de ozonificación. Por otro lado, la chicha de jora en su estado natural, después de dos días de fermentación, presentó una acidez de 3 g/L (0.3%). En comparación con nuestro estudio, se puede afirmar que los valores obtenidos son similares, lo que sugiere consistencia en los resultados.

**Suarez** (15) reportó una acidez total de 0.2 g/100g, equivalente a 0.2%. Este valor es más bajo que el rango observado en nuestro estudio, situándose por debajo del mínimo registrado de 0.42%. Esta diferencia nuevamente subraya la variabilidad potencial en los métodos de producción y las condiciones de fermentación.

Las diferencias en los resultados de acidez entre estos estudios podrían deberse a múltiples factores, incluyendo las técnicas de producción, la materia prima utilizada, las condiciones de fermentación, y las especificaciones regionales o tradicionales de la chicha de jora, lo cual podría explicar las variaciones observadas en los niveles de acidez. aunque nuestros resultados de acidez (0.42% a 1%, promedio de  $0.6019 \pm 0.161\%$ ) se encuentran dentro de los rangos reportados por algunos estudios, existen discrepancias significativas con otros, lo que sugiere una variabilidad inherente en la producción de chicha de jora(75).

### 4.3 RESULTADOS DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METANOL DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO.

#### 4.3.1 ESTÁNDAR DEL METANOL- CURVA DE CALIBRACIÓN

**Tabla N° 11. Resultados de absorbancia de metanol (concentración vs absorbancia)**

CONCENTRACIÓN mg/mL	ABS. 1	ABS. 2	ABS. 3	PROMEDIO ABS
0.025	0.226	0.226	0.226	0.226
0.05	0.256	0.257	0.257	0.257
0.1	0.313	0.313	0.313	0.313
0.15	0.352	0.352	0.352	0.352
0.2	0.434	0.434	0.434	0.434
0.25	0.457	0.457	0.457	0.457

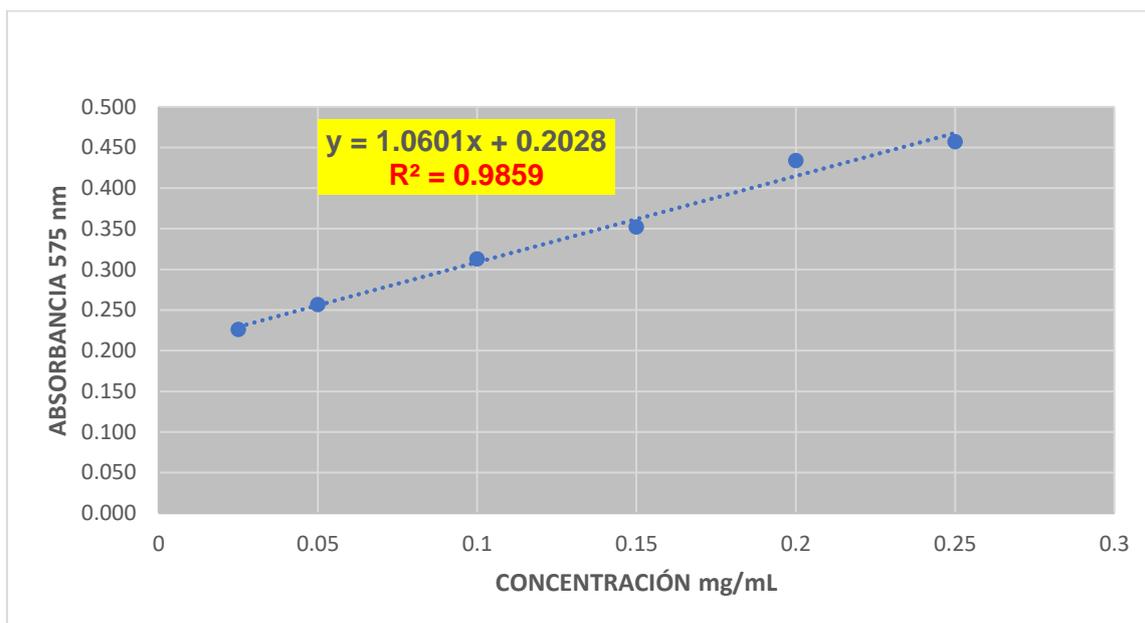
Fuente: Elaboración propia.

#### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°11 se presentan los datos obtenidos para la curva de calibración del patrón de metanol, mostrando la relación entre la concentración de metanol y la absorbancia medida en un espectrofotómetro UV-visible a 575nm. Todas las lecturas se realizaron por triplicado para 6 concentraciones, desde 0.025 hasta 0.25 g/L. Las concentraciones crecientes aseguran que, a mayor concentración, haya más moléculas de metanol presentes en la solución.

Las absorbancias promediadas obtenidas varían de 0.226 a 0.457 nm. Se observa una relación directamente proporcional: a mayor concentración de metanol, mayor es la absorbancia, conforme a la Ley de Lambert-Beer.

**Figura N° 11. Resultados del estándar de metanol – curva de calibración**



Fuente: Elaboración propia

### **Interpretación de la figura N°11**

En la figura N°11 muestra la curva de calibración obtenida para el metanol determinando la absorbancia a 575 nm en función de su concentración. Se observa una tendencia lineal positiva, con una ecuación de la recta de regresión  $y=1.0601x+0.2028$ , lo que sugiere que cada incremento en la concentración de metanol genera un aumento proporcional en la absorbancia. La ecuación de la recta obtenida tiene un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9859. Este valor, cercano a 1, indica que el 98.59% de la variación en la absorbancia se explica por la variación en la concentración de metanol.

### 4.3.2 CONTENIDO DEL METANOL DE LA CHICHA DE JORA

**Tabla N° 12. Resultados de la concentración de metanol**

	N	%
Apto ( $\leq 100$ )	21	80.8
No apto ( $> 100$ )	5	19.2
Total	26	100.0
Mínimo	0.377 mg/100mL	
Máximo	591.661 mg/100mL	
Promedio	83.677 mg/100mL	
Desviación Estándar	142.584 mg/100mL	

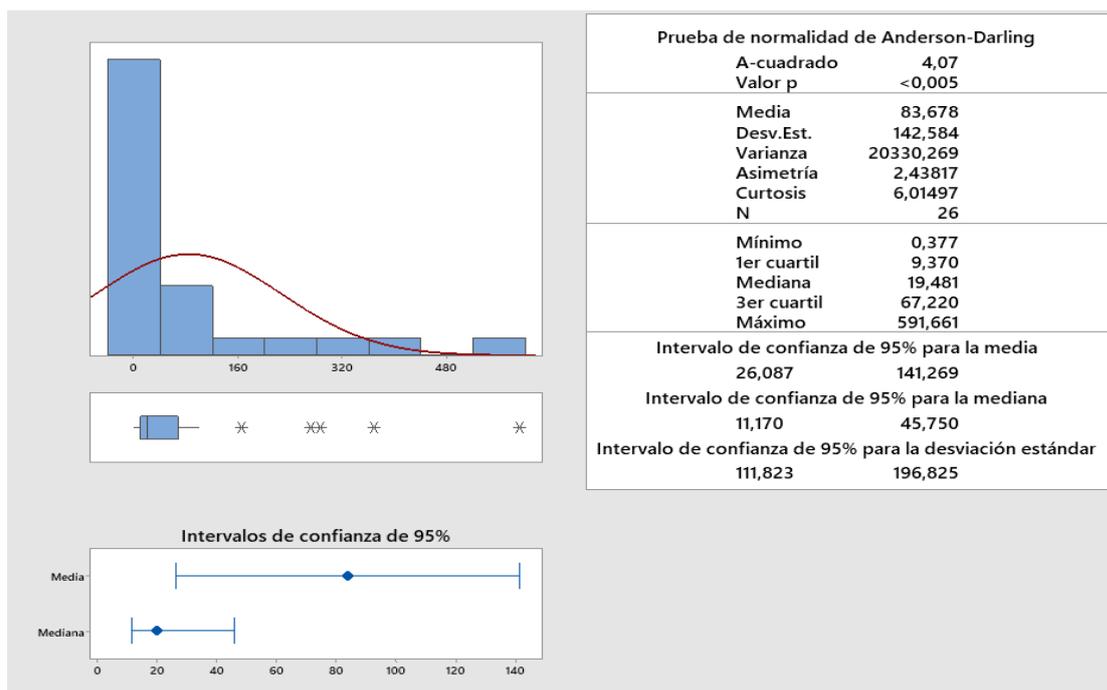
Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

#### **INTERPRETACIÓN**

En la tabla N°12 se observa que, de los 26 lugares que comercializan chicha de jora, en 21 de ellos la concentración de metanol se encuentra dentro de los parámetros aceptables para el consumo humano según la NTP 211.009:2012. Sin embargo, en 5 lugares la concentración de metanol superó los límites establecidos por esta norma. Los valores obtenidos muestran una concentración mínima de metanol de 0.37 mg/100 mL y una concentración máxima de 591.66 mg/100 mL, con un promedio registrado de  $83.677 \pm 142.58$  mg/100 mL.

**Figura N° 12. Reporte de los resultados de la concentración de metanol**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N°12

La concentración de metanol registrada en 26 lugares de venta de chicha de jora es diversa, considerando que estos datos no presentan normalidad, por lo que la concentración de metanol presenta un intervalo de confianza para la mediana entre 11.170 mg/100mL hasta 45.750 mg/100mL, al 95% de confiabilidad.

### DISCUSIÓN

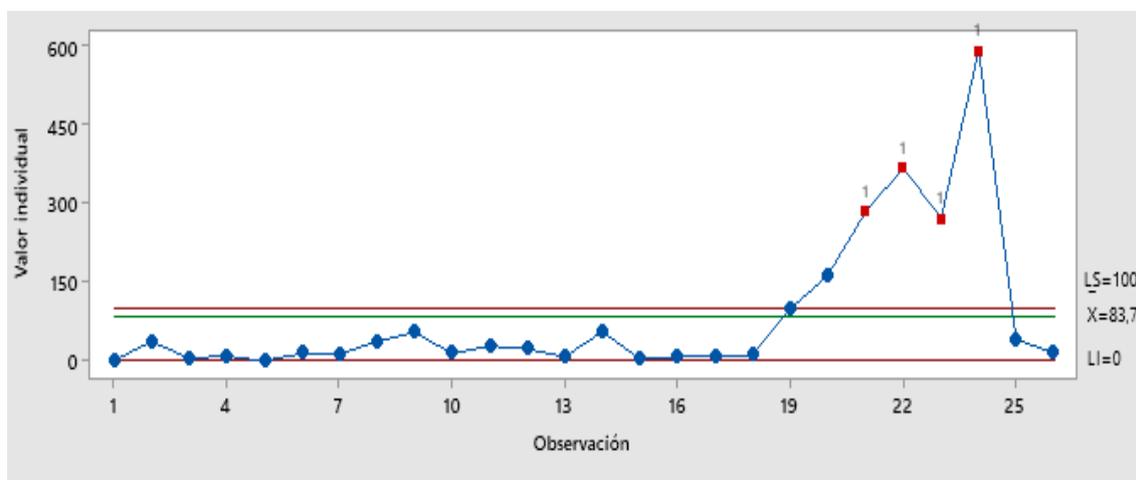
Los resultados obtenidos en este estudio indican que las concentraciones de metanol en las bebidas analizadas oscilan entre 0.37 mg/100 mL y 591.66 mg/100 mL. Al comparar estos valores con el límite máximo establecido por la NTP 211.009:2012, que fija como valor máximo 100 mg/100 mL (1000 ppm) de metanol, se observa que algunas muestras superan significativamente este límite, lo que podría representar un riesgo para la salud del consumidor.

**Arauco(3)** reporta la cantidad de metanol halladas en todas las bebidas varia de 0.24043 ppm (0.024043 mg/100 mL) a 6.90452 ppm (0.690452 mg/100 mL). Según las normas oficiales mexicanas, el límite aceptado de metanol es de 3000 ppm (300 mg/100 mL), lo que indica que las concentraciones observadas en su estudio no representan un riesgo significativo para la salud de los consumidores.

Por otro lado, al comparar los resultados con el estándar de medida establecido por las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1993, que permiten un límite máximo de 3000 ppm (300 mg/100 mL), se observa que no todas las concentraciones de metanol detectadas en nuestro estudio están por debajo de este valor. Por lo tanto, bajo el marco regulatorio mexicano, estas bebidas podrían representar un riesgo significativo para la salud del consumidor.

Según **Quiñones**(4), se reportaron niveles de metanol de 8.61 mg/L (0.861 mg/100 mL), 14.35 mg/L (1.435 mg/100 mL) y 6.7 mg/L (0.67 mg/100 mL) en los municipios de Cliza, Punata e Independencia, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos en nuestro estudio. Además, Quiñones indica que una de las causas de la presencia de metanol en la chicha de jora elaborada en el municipio de Cliza podría ser que los productores de la zona afirmaron utilizar alcohol en el proceso de elaboración, tal vez no en grandes cantidades, pero sí de manera intencional.

**Figura N° 13. Reporte de control de los resultados de las concentraciones de metanol.**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N°13

La figura N°13 revela que, en la mayoría de las muestras de chicha (de la 1 a la 20 y la 25), los niveles de metanol no son significativos, ya que se encuentran por debajo o igual al límite de 100 mg/100 mL. No obstante, las muestras de chicha 21, 22, 23 y 24 presentan niveles de metanol superiores a 100 mg/100 mL. Es importante destacar que, de acuerdo con la norma mexicana, cuyo límite

es de 300 mg/100 mL, las muestras 22 y 24 también excederían el límite permitido, lo que requiere especial atención.

#### **4.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES, MOHOS Y LEVADURAS) DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO**

##### **4.4.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CHICHA DE JORA**

Se analizaron los parámetros microbiológicos de acuerdo con las normas NB 324016-05 y NTE INEN 2 262:2003, debido a la ausencia de criterios microbiológicos específicos en la NTP.

##### **4.4.1.1 COLIFORMES TOTALES**

**Tabla N° 13. Resultados de coliformes totales**

	N	%
< 3NMP / mL	26	100.0
> 3NMP / mL	0	0.0
Total	26	100.0

Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

#### **INTERPRETACIÓN**

De acuerdo con la Tabla N°13, el 100% de las muestras presentan un resultado de < 3 NMP/mL, conforme a lo establecido en la norma NB 324016-05. Esto indica la ausencia de coliformes totales en las muestras de chicha de jora procedentes de los lugares de venta en el distrito de Cusco.

#### 4.4.1.2 COLIFORMES FECALES

Tabla N° 14. Resultados de coliformes fecales

	N	%
Ausente	26	100.0
Presente	0	0.0
Total	26	100.0

Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

#### INTERPRETACIÓN

De la tabla N°14, el 100% de las muestras presenta la ausencia de coliformes fecales, conforme a la norma NB 324016-05. Esto indica que no se detectaron coliformes fecales en las muestras de chicha de jora provenientes de los lugares de venta en el distrito de Cusco.

#### DISCUSIÓN

En esta investigación, se encontró que no hay presencia de coliformes totales ni coliformes fecales en las muestras de chicha de jora analizadas. Todos los valores registrados para coliformes totales son menores a 3 NMP/mL y no se detectaron coliformes fecales valores que se encuentran dentro de los valores establecidos por la NB 324016-05. Estos resultados son consistentes con estudios previos, como los realizados por Beltrán y Ronquillo, que también encontraron bajas concentraciones de coliformes en la chicha de jora.

**Ronquillo(9)**. En este estudio, los recuentos estándar en placa para coliformes totales fueron inferiores a 10 UFC/mL. Nuestros resultados indican que el 100% de las muestras presenta la ausencia de coliformes fecales, conforme al límite máximo establecido de 3 NMP/mL según la norma NB 324016-05.

De manera similar, en su estudio, **Chavarrea(77)** reporta la ausencia total de coliformes totales en todas las muestras de chicha de jora, lo que indica que el proceso de elaboración se llevó a cabo en condiciones de asepsia adecuadas.

**Beltrán(5)** .Este estudio reportó que el 93.9% de las muestras de chicha de jora fueron negativas para coliformes fecales. También señala que el proceso de

fermentación inhibe el desarrollo de bacterias. Nuestros resultados confirman esta tendencia, ya que no se detectaron coliformes fecales en ninguna de las muestras analizadas.

La ausencia de coliformes totales y fecales en nuestro estudio podría estar relacionada con el pH de la chicha de jora, que generalmente oscila entre 2.8 y 5, un rango ligeramente ácido (NB 324016-05). Este entorno ácido es desfavorable para el crecimiento de coliformes, que requieren un pH entre 4.4 y 9 para desarrollarse(78). En nuestro estudio, el pH registrado fue aún más ácido, variando entre 2.68 y 3.20, lo que dificulta aún más el crecimiento de estos microorganismos.

#### 4.4.1.3 MOHOS Y LEVADURAS

**Tabla N° 15. Resultados de Mohos y levaduras**

	N	%
Dentro del rango aceptable (<50 UFC/mL)	0	0.0
Fuera del rango aceptable (>50 UFC/mL)	26	100.0
total	26	100.0
Mínimo	31 x 10 <sup>5</sup> UFC/mL	
Máximo	31.2 x 10 <sup>7</sup> UFC/mL	
Promedio	69.06 x 10 <sup>6</sup> UFC/mL	
Desviación estándar	69.06 x 10 <sup>6</sup> UFC/mL	

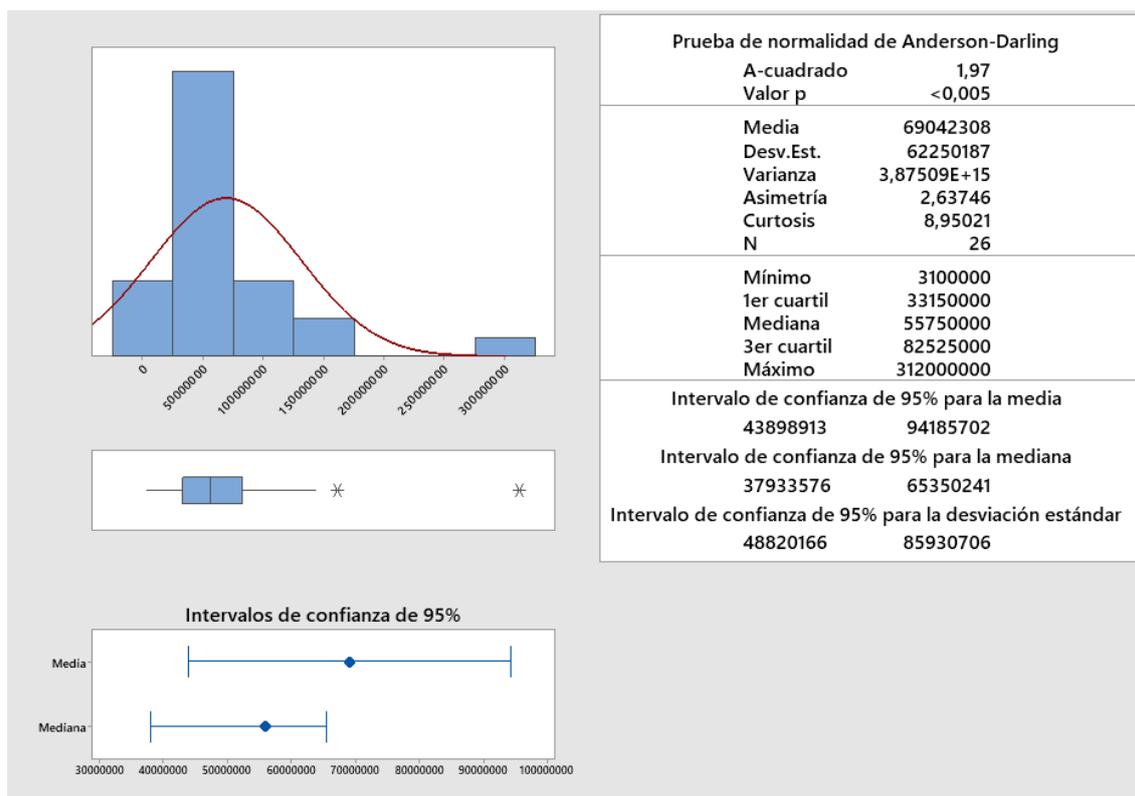
Fuente: Datos recolectados.

Promedio de 3 medidas

#### INTERPRETACIÓN

En la tabla N°15 se presentan los resultados obtenidos para los valores de mohos y levaduras, con un mínimo de 31 x 10<sup>5</sup> UFC/mL y un máximo de 31.2 x 10<sup>7</sup> UFC/mL. El promedio registrado es de 69.06 x 10<sup>6</sup> ± 62.3108 x 10<sup>6</sup> UFC/mL. La desviación estándar, igual al promedio, indica una alta variabilidad en la concentración de mohos y levaduras entre las muestras. Estos resultados superan los límites aceptables establecidos por la NTE INEN 2 262:2003, que especifica un rango de 0 a 50 UFC/mL para mohos y levaduras.

**Figura N° 14. Reporte de los resultados de Mohos y levaduras**



Fuente: Datos recolectados.

### Interpretación de la figura N° 14

Los valores obtenidos para mohos y levaduras en 26 lugares de venta de chicha son variados. Dado que estos datos no presentan normalidad ( $p = 0.005 < 0.05$ ), la presencia de mohos y levaduras muestra un intervalo de confianza para la mediana que oscila entre 37,933,576 y 65,350,241 UFC/mL, con un nivel de confiabilidad del 95%.

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran un valor mínimo de  $31 \times 10^5$  UFC/mL, que excede ampliamente el límite aceptable establecido por la normativa NTE. Esto nos permite mencionar que ninguna de las muestras analizadas es apta para el consumo humano.

En estudios previos, **Quiñones**(4) reporta la ausencia de mohos en chicherías de algunos municipios y un valor de 5 UFC/mL en el municipio de Tapacarí. En cuanto a las levaduras, su investigación reveló un valor mínimo de  $2.2 \times 10^7$  UFC/mL y un máximo de  $9.3 \times 10^7$  UFC/mL. Comparando estos resultados con

los obtenidos en nuestro estudio, observamos que los valores de Mohos y levaduras son similares.

Por otro lado, el estudio de **Mamani**(79), realizado con 30 muestras, registró valores mínimos de  $1 \times 10^4$  UFC/mL y máximos de  $64 \times 10^5$  UFC/mL. Mamani también indica que el 100% de las muestras analizadas no cumplían con el criterio microbiológico, considerando que ninguna era apta para el consumo humano. Nuestros hallazgos refuerzan estas conclusiones, ya que las cifras obtenidas en nuestro estudio tampoco cumplen con los estándares microbiológicos establecidos, lo que reafirma que las muestras evaluadas no son seguras para el consumo.

Los niveles elevados de mohos y levaduras en la chicha de jora pueden explicarse por varios factores. La contaminación de las materias primas, como el maíz y los utensilios, facilita la proliferación de estos microorganismos durante la producción. Además, un proceso de fermentación incontrolado o prolongado contribuye al crecimiento excesivo de levaduras y mohos. Finalmente, el almacenamiento en condiciones inadecuadas, como una mala protección del producto y exposición al aire, acelera este crecimiento(5).

La presencia excesiva de mohos y levaduras en las muestras puede generar diversas consecuencias negativas. Las concentraciones elevadas de mohos pueden producir micotoxinas (como aflatoxinas, ocratoxina A y tricotecenos), sustancias tóxicas que representan un riesgo para la salud humana. El consumo de bebidas contaminadas con micotoxinas puede causar efectos inmediatos, como irritación de la piel, inflamación de la mucosa intestinal y diarrea, así como efectos a largo plazo, como daño hepático, renal e incluso cáncer (80).

Por su parte, las concentraciones elevadas de levaduras pueden provocar fermentaciones indeseadas, lo que altera el sabor, aroma y textura del producto, reduciendo su calidad y volviéndolo inaceptable para ciertos consumidores(81).

## CONCLUSIONES

1. Se evaluó el contenido de metanol y se realizó el control de calidad fisicoquímica y microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco, encontrando que no cumple con algunos de los parámetros establecidos por las normas NTP 211.009:2012, NB 324016-05 y NTE INEN 2262:2003.
2. Se determinaron las características organolépticas de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. Se observó una muy buena concordancia entre los evaluadores en cuanto al aspecto, color y gusto. Sin embargo, hubo mayor variabilidad en la percepción del olor y la persistencia. Estos resultados indican que la chicha de jora presenta características organolépticas típicas de esta bebida y cumple con la norma NB 324016-05.
3. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. El grado alcohólico varío entre un mínimo de 1 °GL y un máximo de 4 °GL, mientras que del pH el valor mínimo registrado fue de 2.63 y valor máximo de 3.20. La densidad relativa tiene valor mínimo de 1.0031 y máximo de 1.0367. En cuanto a la acidez total (expresada en % de ácido láctico), el registro mínimo fue de 0.422% y máximo de 1.0003%. Estos resultados indican que no todas las muestras cumplen con los parámetros establecidos por la NB 324016-05.
4. Se cuantificó la concentración de metanol en la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. Los valores de metanol presentan una concentración mínima de 0.377 mg/100 mL y un valor máximo de 591.661 mg/100 mL. El 80.8% de las muestras presentaron niveles de metanol por debajo del límite aceptable, mientras que el 19.2% superó este valor, incumpliendo con lo establecido por la NTP 211.009:2012.
5. Se analizó la calidad microbiológica de la chicha de jora comercializada en el distrito de Cusco. Ninguna de las muestras presentó coliformes totales, con valores inferiores a 3 NMP/mL, y no se detectó la presencia de coliformes fecales. Los niveles de mohos y levaduras variaron con un valor mínimo de  $31 \times 10^5$  UFC/mL y un máximo de  $31.2 \times 10^7$  UFC/mL, superando considerablemente el rango permisible de 0 a 50 UFC/mL según la NTE INEN 2262:2003.

## **RECOMENDACIONES**

### **A INACAL, DIGESA Y MUNICIPALIDAD DE CUSCO**

Al Instituto Nacional de Calidad (INACAL), en coordinación con la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSA), la elaboración de una normativa que establezca los requisitos organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos para la chicha de jora.

La Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA), en coordinación con la Municipalidad de Cusco, debería intensificar el control y la vigilancia de la producción y comercialización de la chicha de jora mediante supervisiones periódicas a los lugares que expenden. Esto asegurará la calidad y seguridad de esta bebida tradicional.

### **A LOS LOCALES DE VENTA DE CHICHA DE JORA**

Es fundamental que los lugares que expenden la chicha de jora garanticen condiciones adecuadas en la producción, almacenamiento y venta de esta bebida. Es importante evitar que la chicha permanezca demasiado tiempo en los recipientes de fermentación, ya que esto puede llevar a la acumulación de mohos y levaduras. Asimismo, es esencial controlar la cantidad de levaduras y otras sustancias añadidas para mantener la calidad y seguridad del producto. Estas prácticas son indispensables para asegurar que la chicha de jora conserve su sabor tradicional y sea segura para el consumo.

### **A LOS CONSUMIDORES**

Se sugiere optar por lugares que mantengan buenas prácticas de higiene y producción. Es importante observar las condiciones de limpieza del lugar de venta y, en lo posible, informarse sobre los procesos de elaboración del producto para asegurarse de que sean seguros. Evitar el consumo de chicha de jora en lugares de dudosa procedencia o que no ofrezcan garantías sobre la calidad de sus productos es fundamental para proteger la salud.

## **A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

A los investigadores profundizar en el estudio de las propiedades terapéuticas, así como en la composición química y microbiológica de la chicha de jora. El análisis de sus componentes bioactivos, como antioxidantes y probióticos, podría revelar posibles beneficios para la salud.

Asimismo, es fundamental investigar su composición química para identificar metabolitos relevantes que puedan tener efectos terapéuticos o tóxicos. El estudio de su composición microbiológica es crucial para asegurar la inocuidad del producto, identificando microorganismos benéficos o potencialmente patógenos, y determinar cómo estos influyen en la calidad y seguridad de la bebida.

A los investigadores llevar a cabo estudios enfocados en la identificación y clasificación específica de los mohos, así como en el análisis de los tipos de micotoxinas que producen. Estos estudios resultan fundamentales para comprender mejor las características taxonómicas, ecológicas y fisiológicas de los mohos, así como el impacto que las micotoxinas generadas tienen en la salud humana y la seguridad alimentaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Frau Ardon M. De lo sagrado a lo profano: la chicha de jora. Trama Fondo Rev Cult. 2021;(50):51-61.
2. Vargas Faulbaum F. Chicha de jora:: cauim de milho germinado nos Andes Peruanos. Equat – Rev Programa Pós-grad Em Antropol Soc. 28 de octubre de 2019;6(11):1-25.
3. Arauco Marin R, Vallejos Bocanegra EC. Determinación de metanol en chicha de jora comercializada en tres importantes mercados de abasto de Lima Metropolitana [Internet]. [Lima - Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/a38246fc-68b5-4a18-85b3-d235a446c642>
4. Quiñonez Torricó Ó. Determinación de metanol y control de la calidad fisicoquímico, microbiológico del proceso de elaboración de chicha en diferentes municipios de Cochabamba [Internet]. [Cochabamba – Bolivia]: Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología; 2008 [citado 6 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https://www.academia.edu/36420013/UNIVERSIDAD\\_MAYOR\\_DE\\_SAN\\_SIMON\\_FACULTAD\\_DE\\_CIENCIAS\\_Y\\_TECNOLOGIA\\_DET\\_DETERMINACION\\_DE\\_METANOL\\_Y\\_CONTROL\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_FISICOQUIMICO\\_MICROBIOLÓGICO\\_DEL\\_PROCESO\\_DE\\_ELABORACION\\_DE\\_CHICHA\\_EN\\_DIFERENTES\\_MUNICIPIOS\\_DE\\_COCHABAMBA](https://www.academia.edu/36420013/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIMON_FACULTAD_DE_CIENCIAS_Y_TECNOLOGIA_DET_DETERMINACION_DE_METANOL_Y_CONTROL_DE_LA_CALIDAD_FISICOQUIMICO_MICROBIOLÓGICO_DEL_PROCESO_DE_ELABORACION_DE_CHICHA_EN_DIFERENTES_MUNICIPIOS_DE_COCHABAMBA)
5. Beltrán É, Gómez R, Mora D, Obando D. Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la chicha en Bogotá. Investig En Segur Soc Salud. 1 de diciembre de 2009;11:43-50.
6. Sánchez Paz LA. Determinación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de mayor consumo en dos regiones de la república de Guatemala por cromatografía de gases [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2379.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2379.pdf)
7. Contreras Camarena C, Lira Veliz H, Contreras G. K, Gala A. D. Magnitud y características de la intoxicación por alcohol metílico. Hospital Nacional Dos de Mayo. Horiz Méd Lima. 15 de marzo de 2019;19:59-66.
8. Valdivia Infantas MM. Intoxicación por metanol en Lima. Rev Soc Peru Med Interna. 15 de noviembre de 2022;35(4):e700-e700.
9. Ronquillo Olea BJ. Influencia del lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus y streptococcus salivarius subsp. thermophilus en la calidad sensorial y nutricional de la chichade jora. [Internet] [Tesis]. [Milagro – Ecuador]: Univesidad Agraria del Ecuador; 2022. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RONQUILLO%20OLEA%20BRAYAN%20JOS%2089.pdf>

10. Rivera Torres JP. Identificación de los microorganismos fermentadores de diferentes Chichas de jora (Cerveza Andina) provenientes de la región Norte del Ecuador [Internet]. [Quito]: Universidad San Francisco del Quito USFQ; 21 de mayo de 2019. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8546/1/143741.pdf>
11. Rojas Oviedo BSR. Control de calidad y evaluación nutricional de las chichas (jora y morada), elaboradas en la fundación Andinamarca, Calpi-Riobamba [Internet]. [Riobamba – Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2570/1/56T00337.pdf>
12. Pezo Torre MN. Análisis de la variabilidad de las características bioactivas durante el proceso fermentativo de la chicha de guiñapo, bebida tradicional de la ciudad de Arequipa obtenida en condiciones controladas. [Internet]. [Arequipa- Perú]: Universidad Católica de Santa María; 2023. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/216b60f6-fc04-4553-9a85-8d71e971ab47/content>
13. Gil Mestanza RJ, Chávez Anyaypoma LR. Determinación de Metanol en Bebidas Alcohólicas que se Comercializan en el Distrito de Cajamarca [Internet]. [Cajamarca- Perú]: Univesidad Privada Antonio Guillermo Urreló; 2019 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6618587>
14. Camacho Bautista LI. Evaluación del efecto de la ozonización en la vida útil de chicha de jora envasada [Internet]. [Abancay- Peru]: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; 2019. Disponible en: [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/814/T\\_0504.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/814/T_0504.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. Suarez Ventura PS. Características organolépticas y determinación de parámetros físicoquímicos de la chicha de jora preparada por método tradicional y muk'eadó [Internet]. [Lima]: Univesidad César vallejo; 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/7785/TESIS-%20PAUL%20SEBASTIAN%20SUAREZ%20VENTURA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Chicaiza ALD. Elaboracion de chicha de jora y establecer un tipo de envase para promover su consumo en restaurantes de la ciudad de Riobamba 2012 [Internet]. [Riobamba - Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9775/1/84T00295.pdf>
17. Bedregal R, Aguirre Zapata D, Alvarado Á, Gonzales L, Panta M, Romero A. Diseño de un sistema de producción y embotellado de chicha de jora. 14 de junio de 2016 [citado 12 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/2347>

18. Conoce más sobre las Picanterías y Chicherías del Cusco [Internet]. Machu Picchu Travel Tours. [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.machupicchu.com.pe/conoce-mas-sobre-las-picanterias-y-chicherias-del-cusco/>
19. Mapa de Picanterías y Chicherías Tradicionales de Cusco 2019 – Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco [Internet]. [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.culturacusco.gob.pe/mapa-de-picanterias-y-chicherias-tradicionales-de-cusco-2019/>
20. Segovia Huarcaya JJ, Valentin Soto LS. Capacidad antioxidante y antihiperlipemizante in vitro del arabinosilano ferulado extraído a partir del residuo de bagazo en el proceso de elaboración de la “chicha de jora” [Internet]. [Lima - Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/0030aa5b-ce68-4df3-a69b-b3ccdb4d0785>
21. De Florio Ramirez E. Elaboración de chicha de jora a nivel de planta piloto, utilizando tecnología cervecera. Cienc Desarro. 1997;(5):13-22.
22. Zamora-Hernández T, Prado-Fuentes A, Capataz-Tafur J, Barrera-Figueroa BE, Peña-Castro JM. Demostraciones prácticas de los retos y oportunidades de la producción de bioetanol de primera y segunda generación a partir de cultivos tropicales. Educ Quím. abril de 2014;25(2):122-7.
23. Ara Rojas S, Hurtado Alendes A, Mendoza Barnett E, Celi Saavedra L, Ramos Escudero M. Optimización de parámetros del proceso de elaboración de chicha de jora. Campus. 30 de junio de 2018;23:11-28.
24. Reyes García MM, Gómez-Sánchez Prieto I, Espinoza Barrientos CM. Tablas peruanas de composición de alimentos [Internet]. Instituto Nacional de Salud; 2017 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe///handle/20.500.14196/1034>
25. Ara Rojas S, Hurtado Alendes A, Barnett Mendoza E, Celi Saavedra L, Ramos Escudero M. Optimización de parámetros del proceso de elaboración de chicha de jora. Campus. 30 de junio de 2018;23(25):11-28.
26. Ramírez E de F. Elaboracion tradicional de chicha de jora. Cienc Desarro. 1995;(1):92-6.
27. Caballero Hernández YT, Patiño Villamizar SR, Días Camargo A, Otálvaro Marín HL. Manual de Análisis Químico e Instrumental [Internet]. Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ; 2018 [citado 29 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://unipaz.edu.co/assets/14.manual-de-analisis-fisico-tomo-ii.pdf>
28. Instituto Nacional de Calidad I. INACAL portal. 2019 [citado 13 de septiembre de 2024]. NTP 212.030:2009 Bebidas Alcohólicas. Vinos. Determinación del grado alcohólico. Disponible en: <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>

29. Osorio NW. pH del suelo Y disponibilidad de nutrientes. 1(4). Disponible en: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
30. Bustamante Vásquez A. Influencia de la temperatura de fermentación en las características fisicoquímicas de la chicha de jora, evaluados en dos variedades de germinados de maíz (*Zea mays* L.), INIA 603 y marginal 28 [Internet]. [Cajamarca- Perú]: Universidad Nacional de Cajamarca; 2019 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3150>
31. Vite Terán L. Características de los líquidos [Internet]. [citado 21 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/download/1921/5703?inline=1>
32. Martínez AS. Aproximación al concepto acidez. *Tecné Episteme Didaxis TED* [Internet]. 24 de marzo de 2007 [citado 21 de agosto de 2024];(21). Disponible en: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/361>
33. Pérez J, Gardey A. Definición.de. [citado 22 de agosto de 2024]. Etanol - Definicion.de. Disponible en: <https://definicion.de/etanol/>
34. Velasco Martín A. Farmacología y toxicología del alcohol etílico, o etanol. *An Real Acad Med Cir Valladolid*. 2014;(51):241-8.
35. Bastidas Vilchez NE. Concentración de metanol en pisco elaborado artesanalmente [Internet]. [Lima - Perú]: Univesidad Alas Peruanas; 2015 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/740>
36. Velarde Llerena LA. Determinación de metanol y etanol en bebidas alcohólicas sin registro sanitario expendidas en el distrito de Huánuco [Internet]. [Lima - Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2021 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/488776>
37. Collado Pacheco A. Variación de la concentración de metanol en cadáveres en función al tiempo [Internet]. [LIMA- PERU]: UNMSM; 2012 [citado 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/9391b1b6-abc3-4876-ae2a-33b6b80b05a2>
38. Hilai Dandan R, Brunton LL. Goodman & Gilman: Las bases farmacológicas de la terapéutica, 2A edición [Internet]. [citado 22 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookID=3218#268953200>
39. Palacio DC. Toxicología [Internet]. Editorial El Manual Moderno; 2022. 1033 p. Disponible en: <https://www.google.com.pe/books/edition/Toxicolog%C3%ADa/gV->

CEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=toxicologia+dario+cordoba+pdf&pg=PA170&printsec=frontcover

40. García RD. Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. diciembre de 2018 [citado 12 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/87008>
41. Almonte Chapul KB, Amador Ramírez FA, Hernandez Calva A, Trujillo García MDP. Construcción de un fotómetro con leds: estudio comparativo. Rev Tend En Docencia E Investig En Quím Año 4 Número 4 Enero-Diciembre 2018 ISSN 2448-6663 [Internet]. 2018 [citado 5 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://zaloamati.azc.uam.mx//handle/11191/8193>
42. Olivieri AC. Regresión lineal en química analítica. Disponible en: <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/quimiometria/wp-content/uploads/Apunte-regresion-lineal.pdf>
43. Resolución Ministerial N° 461-2007/ MINSA. Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas [Internet]. 2007. Disponible en: [https://www.sanipes.gob.pe/normativas/8\\_RM\\_461\\_2007\\_SUPERFICIES.pdf](https://www.sanipes.gob.pe/normativas/8_RM_461_2007_SUPERFICIES.pdf)
44. Castaño Moreno E, Bernal Osorio SM. Validación del método de ensayo de Coliformes totales y fecales por la técnica de Número más probable (NMP) en la calidad del queso fresco producido a pequeña escala [Internet]. Univesidad Libre Seccional Pereira; 2015 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/16168>
45. Morales-Valle H. Mohos productores de micotoxinas [Internet]. AMV Ediciones; 2011 [citado 12 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/58765>
46. Suárez-Machín C, Garrido-Carralero NA, Guevara-Rodríguez CA. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. 50(1):20-8.
47. Asale R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 29 de agosto de 2024]. alcohol | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/alcohol>
48. Quintana Fuentes LF, García Jerez A, Antonio Coronado R. La selección de candidatos a evaluador sensorial para determinar la calidad del licor de cacao. 3 de octubre de 2022;2022.
49. Asale R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 29 de agosto de 2024]. Entradas que contienen la forma «BEBIDA» | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/>
50. Asale R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 29 de agosto de 2024]. calidad | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/calidad>

51. Ramos Ortega LM, Vidal LA, Vilardy S, Saavedra Díaz L. Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, caribe Colombiano. 15 de diciembre de 2008;13(3). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
52. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. Agua Potable-Definiciones y Terminología. 2005.
53. Arguedas-Gamboa P. Definición del proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir de pulpa del café (broza). Rev Tecnol En Marcha. 3 de marzo de 2014;pág. 38-49.
54. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. MIDAGRI. [citado 29 de agosto de 2024]. Normas Técnicas Peruanas. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/comercio-exterior/icomoeexportar/importanciade-la-calidad-en-las-agroexportaciones/695-normastecnicas-peruanas>
55. Laboratorio de Control Ambiental | DIGESA. DIGESA. [citado 12 de septiembre de 2024]. Listado de requisitos para recepcion de muestras de alimentos, bebidas y superficies. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/lab/recepcion\\_muestras.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/lab/recepcion_muestras.asp)
56. Cerda L J, Villarroel Del P L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Rev Chil Pediatría [Internet]. febrero de 2008 [citado 12 de septiembre de 2024];79(1). Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062008000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062008000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- 57.: López de Ullibarri Galparsoro I I, Pita Fernández S. Medidas de concordancia: el índice de Kappa. :5.
58. Instituto Ecuatoriano de Normalización. SILO of research documents. 2002 [citado 13 de septiembre de 2024]. NTE INEN 2 325:2002. Disponible en: [https://silo.tips/download/republicofecuador-edictofgovernment-173#google\\_vignette](https://silo.tips/download/republicofecuador-edictofgovernment-173#google_vignette)
59. Serrano Mugica PZ. Desarrollo de Cerveza artesanal con adición de semillas de molle [Internet] [Thesis]. [LA PAZ - BOLIVIA]: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES; 2023 [citado 13 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32828>
60. Instituto Ecuatoriana de Normalización. SILO of research documents. 2002 [citado 13 de septiembre de 2024]. Nte inen 2 323:2002 Bebidas alcohólicas cerveza determinación de acidez total. Disponible en: [https://silo.tips/download/republicofecuador-edictofgovernment-8#google\\_vignette](https://silo.tips/download/republicofecuador-edictofgovernment-8#google_vignette)
61. Jendral JA, Monakhova YB, Lachenmeier DW. Formaldehyde in Alcoholic Beverages: Large Chemical Survey Using Purpald Screening Followed by Chromotropic Acid Spectrophotometry with Multivariate Curve Resolution. Int J Anal Chem. 2011;2011:797604.

62. López Santiago NR, , Alcántara Manjarrez LE, Gavilán García IC. Validación de la determinación cualitativa y cuantitativa de metanol en bebidas alcohólicas: un enfoque docente. 27 de febrero de 2020; Disponible en: [https://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7682/Validacion\\_de\\_la\\_determinacion\\_Lopez-Santiago\\_N\\_2020.pdf;jsessionid=435C9E22FB8D3BF866F06B7E2D9D0107?sequence=1](https://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/7682/Validacion_de_la_determinacion_Lopez-Santiago_N_2020.pdf;jsessionid=435C9E22FB8D3BF866F06B7E2D9D0107?sequence=1)
63. Instituto Nacional de Calidad. INACAL portal. 2020 [citado 13 de septiembre de 2024]. NTP 210.022:2019 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol por espectrofotometría UV/ VIS. 4ª Edición. Disponible en: <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>
64. Britania Lab. Ficha Técnica Producto Britania Lab - AGUA PEPTONADA [Internet]. 2021. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_60705c37ec35f.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60705c37ec35f.pdf)
65. Britania Lab. Ficha Técnica Producto Britania Lab - Lauril Sulfato Caldo [Internet]. 2021. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_60706ced914d3.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60706ced914d3.pdf)
66. Britania Lab. Ficha Técnica Producto Britania Lab - Verde Brillante Bilis 2% Caldo [Internet]. 2021. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_60706ced914d3.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_60706ced914d3.pdf)
67. Britania Lab. Ficha Técnica Producto Britania Lab - E. C. Medio [Internet]. 2021. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_6092dcb116850.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_6092dcb116850.pdf)
68. Cárdenas Canales M. Metodo de ensayo: recuento de coliformes totales mediante la tecnica del numero mas probable. [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2018/06/MET-UCDSA-CCa-13-rev-03-Recuento-de-coliformes-totales-por-el-N%C3%BAmero-M%C3%A1s-Probable-NMP.pdf>
69. Britania Lab. Ficha Técnica Producto Britania Lab - Sabouraud Glucosado Agar [Internet]. 2011. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_5af08a08a7afe.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5af08a08a7afe.pdf)
70. Mejía Muñoz KJ, Orellana González JF. Comparación del crecimiento microbiano en conservación de distintos vegetales en refrigeradores de tipo A y tipo B [Internet]. [CUENCA – ECUADOR]: UNIVERSIDAD DE CUENCA; 2014. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21066/1/tesis.pdf>

71. Ramírez S. JA, parra V. JA, Alvarez Aldana A. Análisis de técnicas de recuento de Microorganismos. 16 de agosto de 2017 [citado 13 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17610>
72. González Seguí HO, Hernández López JDJ, Hendrik Giersiepen J. Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave. Rev RIVAR. 28 de noviembre de 2019;7(19):1-21.
73. Dirección General de Salud Ambiental. DIGESA. [citado 13 de septiembre de 2024]. Proyecto: Guía Técnica Sobre Criterios Y Procedimientos Para El Examen Microbiológico De Superficies En Relación Con Alimentos Y Bebidas. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/proy\\_microbiologia.htm](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/proy_microbiologia.htm)
74. Briceño Prado KE, Castro Gálvez KA. Influencia del tiempo de cocción en las características fisicoquímicas de la chicha de jora [Internet]. [Trujillo]: Universidad Nacional de Trujillo; 2024. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/be2ca228-f16e-4900-8743-cc12e6a41366/content>
75. Anrango Portilla SL. Evaluación de tres tipos de Maíz (Zea mays) Suave Morado, Suave Dulce Blanco y Suave Dulce Amarillo, en la elaboración de Chicha de Jora [Internet] [bachelorThesis]. 2014 [citado 4 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/9>
76. Granadillo IL, Rodríguez GT, Motzezak RH, Guillén HM. Efecto de la temperatura y el pH en la fermentación del mosto de Agave cocui. [citado 4 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90433839012>
77. Chavarrea Arévalo MP. Elaboración y conservación con fines agroindustriales y comerciales de la chicha de jora y quinua en las comunidades beneficiarias del proyecto «runa kawsay» [Internet] [bachelorThesis]. [Riobamba - Ecuador]: Universidad Nacional de Chimborazo; 2011 [citado 6 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/393>
78. Páez Delgado CG. Determinación de coliformes fecales y toletes en expendio de alimentos en establecimientos formales en el macrodistrito centro de la ciudad de La Paz de septiembre a diciembre de 2007 [Internet]. [La Paz - Bolivia]: Univesidad Mayor de San Andres; 2007. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/638/TN1034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
79. Mamani Arenaza ML. Calidad higiénica sanitaria de la “Chicha de Jora” para consumo directo del Mercado Grau del Distrito y Provincia de Tacna [Internet]. [TACNA]: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2019 [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/3247>

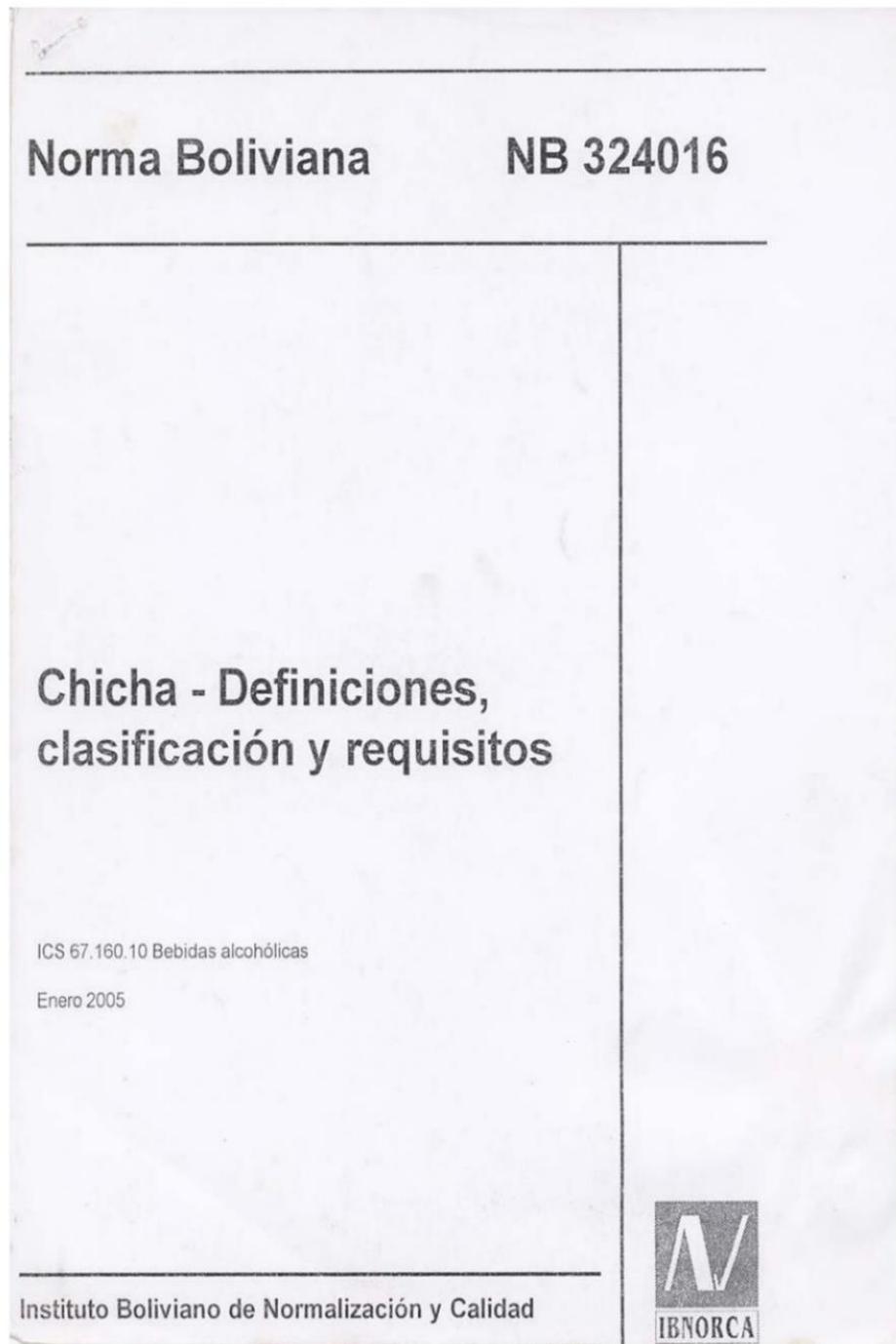
80. Organización Mundial de la Salud. OMS. [citado 10 de septiembre de 2024]. Micotoxinas. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
81. Casas Acevedo A, Aguilar González CN, De la Garza Toledo H, Morlett Chávez JA. Importancia de las levaduras no-Saccharomyces durante la fermentación de bebidas alcohólicas. agosto de 2015;(65):73-9.

## **ANEXOS**

**Anexo 1. NORMAS QUE ESTABLES LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD**

I.1 NORMA BOLIVIANA – NB 324016

Chicha – Definiciones clasificación y requisitos



## 6 Requisitos

### 6.1 Requisitos generales

Las materias primas utilizadas en la elaboración de la chicha, deben ser: limpias y exentas de cualquier contaminante como residuos químicos, materias terrosas, insectos, parásitos y microorganismos.

En la elaboración de chicha, solo se permite la adición de agua potable para rebajar el grado alcohólico y para ajustar el extracto original en el proceso de elaboración de chicha.

### 6.2 Requisitos de materias primas e insumos

#### 6.2.1 Harinas y maltas

Las materias primas utilizadas en la elaboración de la chicha son, harinas y maltas procedentes de distintas zonas geográficas de Bolivia, y deben ser: procesadas a partir de granos de variedades específicas, seleccionados y clasificados de acuerdo a su tamaño y su composición química, libre de cualquier contaminante como residuos químicos, materias terrosas, insectos, parásitos y microorganismos.

#### 6.2.2 Agua

El agua (de proceso) para la elaboración de la chicha debe cumplir con las exigencias y requerimientos del agua para bebidas y estar dentro de lo establecido en la norma NB 512. Estos valores son los establecidos en la tabla 1.

Tabla 1 - Requisitos fisicoquímicos y bacteriológicos del agua

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Turbidez	5 U.N.T.	U.N.T. Unidades nefelométricas de turbiedad
Sólidos totales solubles (Norma)	1 000 mg/l	Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor el olor o perjudicar otros usos del agua
Alcalinidad	110 mg/l	El mismo esta relacionado con el PH
Dureza	500 mg/l CO <sub>2</sub> Ca (*)	Límite inferior 6,5
Hierro (Norma)	0,3 mg/l ( )	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Manganeso (Norma)	0,1 mg/l ( )	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
PH	9,0	Límite inferior 6,5
Conductividad (Norma)	1 500 µmhos/cm (**)	
Coliformes totales (Norma)	0,0 UFC/ml	< 2 NMP/100 ml (*)
Coliformes fecales (Norma)	0	
Aerobios mesófilos (Norma)	0	

#### 6.2.3 Azúcar

El azúcar como aporte calórico, fuente de carbono y principal contribuyente al gusto dulce de la chicha, puede ser blanco o moreno, libre de residuos químicos y cumplir los requisitos de la norma NB 484 y/o la norma NB 485.

#### 6.2.4 Edulcorantes naturales

Las sustancias con gusto dulce o edulcorantes que pueden ser utilizados en la elaboración de la chicha como en el producto terminado son: chankaka, jarabes de

#### 6.2.5.5 Sustancias amargantes

Se permite la adición de productos amargantes como: frutos de algarrobos (con un contenido alto de azúcares y fenoles) durante la cocción del arrope (concentrado del mosto) o del upi.

#### 6.3 Prácticas prohibidas

En la elaboración de chicha no se permite el agregado de:

- Alcohol etílico
- Edulcorantes artificiales
- Alcalis durante la cocción del arrope

#### 6.4 Requisitos organolépticos

La chicha debe tener:

Aspecto:	Coloidal, sin presentar turbidez visible.
Color:	De amarillo claro a amarillo intenso o púrpura, colores naturales provenientes de la contribución de la variedad de maíz y de las operaciones de cocción y fermentación.
Olor y aroma:	Característico, desarrollado durante las operaciones de maceración, cocción y fermentación con matices según la variedad del maíz. Al terminar la fermentación se debe realizar trasiegos. (Separación de la chicha y la borra o el sedimento oportunamente y consecutivamente)
Gusto:	Característico, con matices según el tipo de chicha. Esta permitido tres grados de dulzor: sin adición de azúcares (seco, con una concentración menor a 5 g/l), semidulce (semiseco, con una concentración menor a 40 g/l) y dulce (con una concentración menor a 80 g/l). La acidez de la chicha debe estar en un rango del 3 g/l a 4.5 g/l. De gusto amargo moderado.
Persistencia o regusto:	La chicha no debe tener olores y/o sabores persistentes desagradables.

#### 6.5 Requisitos microbiológicos

Coliformes totales menor a 3 NMP/ml (número más probable por mililitro)  
Coliformes fecales ausente

Estos valores serán determinados en base a la norma NB 32005-03.

#### 6.6 Contaminantes metálicos

Se admitirán residuos de hierro máximo 0,3 ppm (partes por millón) y de plomo máximo 0.10 ppm

#### 6.7 Requisitos fisicoquímicos

Durante su vida media declarada, la chicha debe cumplir los requisitos generales ya expuestos y además los requisitos de la tabla 2.

Tabla 2 - Requisitos para la chicha

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol en volumen	° GL	3	8	NB 082
Acidez total expresada como ácido láctico	%	0,75	4,5	NB 087
PH electrométrico	PH	2,8	5,0	NB 339
Acidez Volátil expresado en ácido acético	g/l	0,25	0,75	NB 089

## 7 ENVASADO

Las materias primas utilizadas en la elaboración de la chicha, deben conservarse secos en recipientes seguros contra la contaminación microbiana y ambiental, contaminación por mohos, ataques de parásitos y acción de sustancias nocivas a la salud.

Los envases para la conservación, la distribución y el expendio de la chicha permitidos son de: cerámica, roble, vidrio, hierro con revestimiento de resinas epóxicas y acero inoxidable. Deben estar tapados herméticamente, donde el líquido llene completamente al recipiente para eliminar en lo posible el espacio de cabeza (aire en el interior del recipiente).

Los envases deben estar perfectamente lavados con hidróxido de sodio (sosa cáustica) al 5 % o hidróxido potasio (extraídos de las cenizas, residuos de la combustión en la elaboración de la chicha) y sanitizados desde el punto de vista microbiológico con solución de metabisulfito sódico o enjuagues utilizando hojas, ramas o yerbas con alto contenido de compuestos antimicrobianos (sustancias fenólicas y otros) como molle y waycha. Debidamente lavados con agua antes de su uso. No se permitirá el uso de envases cuyo material sea nocivo para la salud. (Envases de hierro, aluminio y plásticos)

## 8 ETIQUETADO PARTICULAR PARA PRODUCTOS DE CHICHA

La etiqueta o rótulo utilizado en los envases para la comercialización, debe cumplir con la norma NB 314001. (La etiqueta no especificará el número de RUC, puesto que la ley 1606 establece el impuesto a la producción de la chicha, como parte del dominio de los municipios).

## 9 REQUISITOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Se debe cumplir la NB 855 Código de prácticas – Principios generales de higiene de los alimentos. Tanto en las plantas de producción como en los locales de comercialización.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

La presente norma fue elaborada sobre la base de las siguientes referencias:

- Montes, A.L. (1981): Bromatología Tomo II, Ed. Universitaria II. Buenos Aires.
- Melean, A. (1930): La agricultura y la industria del maíz. Cochabamba: El Comercio N° 1637
- Aranibal, J.(1907): Proprietarios conductores y clase menesterosa al frente de los años agrícolas. La Paz: Boletín agrícola del Ministerio de Colonización y Agricultura, N° 18
- Guzmán, L.F (1888): Vida campesina. Cochabamba.

## I.2 NORMA TÉCNICA PERUANA – NTP 211.009 2012

Bebidas alcohólicas. Licores. Requisitos

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 211.009  
2012**

---

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

## **BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Licores. Requisitos**

ALCOHOLIC BEVERAGES. Liquors. Requirements

**2012-12-28  
3ª Edición**

R.0135-2012/CNB-INDECOPI.Publicada el 2013-01-17

Precio basado en 12 páginas

I.C.S.: 67.160.10; 71.080.60

ESTE NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Bebida, alcohólica, licor, requisito, especificación

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

NOTA: En el anexo B se presenta un listado referencial de aditivos y coadyuvantes permitidos

7.1.7 No se permite el uso de sustancias prohibidas expresamente por los organismos de control correspondiente.

7.1.8 No podrán elaborarse licores a partir de ajeno (*Artemisia absinthium*). Tampoco podrán elaborarse bebidas similares que la imiten, lo contengan o sean preparadas con una esencia con función cetónica.

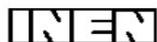
## 7.2 Requisitos fisicoquímicos

Requisitos	Valores Límite	Métodos de ensayo
Grado alcohólico a 20 °C , % Alc.Vol. <sup>1</sup>	Mín. 15 Máx. 45	NTP 211.004 o NTP 210.003
Metanol como metanol, (*)	Máx. 100	NTP 210.022 o NTP 211.035
Furfural como furfural, (*)	Máx. 10	NTP 210.025 o NTP 211.035
Azúcares totales como azúcares reductores, g/L - Licor Seco - Licor Dulce - Licor Crema	Máx. 50 Mín. 50, Máx. 250 Mín. 250	NTP 211.045
Aldehidos como acetaldehídos (*)	Máx 50	NTP 210.025 o NTP 211.051
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico, <sup>2</sup> (*)	Máx. 500	NTP 211.040, NTP 211.051, NTP 210.022, NTP 211.003, NTP 210.021, NTP 210.025 ó NTP 211.035
(*) : Expresado en mg/100 mL AA		
<sup>1</sup> En cuanto al grado alcohólico indicado en el rotulado, se permitirá una tolerancia de $\pm 1$ % Alc. Vol.		
<sup>2</sup> La determinación de componentes volátiles se realiza con la suma de los resultados de: aldehídos, ésteres, metanol, alcoholes superiores, acidez volátil y furfural.		

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

## I.3 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 262: 2003

Bebidas alcohólicas. cerveza. requisitos



### INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 262:2003**

---

---

### **BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

ALCOHOLIC BEVERAGES. BEER. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcoholes, fermentación, bebida alcohólica, bebida, cerveza, requisitos.  
AL 04.02-414  
CDU: 663.41:658  
CIU: 3131  
ICS: 67.160.10

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza pasteurizada		Cerveza no pasteurizada		MÉTODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	
R.E.P.	UFC/cm <sup>3</sup>	-	10	-	80	NTE INEN 1 529-5
Mohos y levaduras	UP/cm <sup>3</sup>	-	10	-	50	NTE INEN 1 529-10

## 5. INSPECCIÓN

### 5.1 Muestreo

5.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 2 340.

### 5.2 Aceptación y rechazo

5.2.1 En la muestra extraída se efectuarán los ensayos indicados en el numeral 4 de esta norma.

5.2.2 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en el numeral 4 de esta norma, se extraerá una segunda muestra y se repetirán los ensayos.

5.2.3 Si la segunda muestra de los ensayos repetidos no cumpliera con uno de los requisitos establecidos, se rechazará el lote correspondiente.

## 6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 La cerveza debe distribuirse y expendirse en envases fabricados de un material que permita conservar la calidad del producto, así como su manejo hasta el destino final.

## 7. ROTULADO

7.1 Cada envase debe presentar un rotulado perfectamente legible que incluya la siguiente información en idioma español.

- a) denominación del producto "Cerveza",
- b) marca comercial,
- c) nombre del fabricante. En el caso de productos importados, además constará el nombre y dirección del importador y del país de origen,
- d) contenido alcohólico expresado en porcentaje de volumen,
- e) contenido neto expresado en unidades de volumen del sistema internacional,
- f) número de registro sanitario ecuatoriano,
- g) identificación del lote ,
- h) fechas de elaboración y de tiempo máximo de consumo,
- i) lista de ingredientes,
- j) forma de conservación,
- k) precio de venta al público (P.V.P),
- l) la leyenda "Industria Ecuatoriana" para el producto nacional,

(Continúa)

## Anexo 2. HOJAS DE REGISTRO PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO, FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO



### HOJA DE REGISTRO N° 1

#### ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA CHICHA DE JORA

Este instrumento fue desarrollado en el contexto de la investigación titulada "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METANOL Y CONTROL DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO," realizada por los tesisistas Juan Cañari Sutta y David Vicente Quispe Pumayalli de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica.

**PRODUCTO:** .....

**LUGAR / ESTABLECIMIENTO:** .....

**HORA Y FECHA:** .....

#### ASPECTO DE LA CHICHA DE JORA

- Coloide
- Otros

#### COLOR DE LA CHICHA DE JORA

- Amarillo claro
- Amarillo Intenso
- Purpura

#### OLOR Y AROMA DE LA CHICHA DE JORA

- Ligeramente fermentado
- Fermentado

#### GUSTO DE LA CHICHA DE JORA

- Seco
- Semidulce
- Dulce

#### PERSISTENCIA O REGUSTO DE LA CHICHA DE JORA

- Agradable
- Desagradable

**COMENTARIOS:**.....

.....



## HOJA DE REGISTRO N° 2

### ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LA CHICHA DE JORA

Este instrumento fue desarrollado en el contexto de la investigación titulada "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METANOL Y CONTROL DE CALIDAD FISCOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO," realizada por los tesisistas Juan Cañari Sutta y David Vicente Quispe Pumayalli de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica.

MUESTRA	Características fisicoquímicas				
	Grado alcohólico (°GL)	pH	Densidad Relativa	Acides Total (% Ácido láctico)	Metanol (mg/mL)
M1					
M2					
M3					
M4					
M5					
M6					
M7					
M8					
M9					
M10					
M11					
M12					
M13					
M14					
M15					
M16					
M17					
M18					
M19					
M20					
M21					
M22					
M23					
M24					
M25					
M26					



### HOJA DE REGISTRO N° 3

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CHICHA DE JORA

Este instrumento fue desarrollado en el contexto de la investigación titulada "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METANOL Y CONTROL DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE CUSCO," realizada por los tesisistas Juan Cañari Sutta y David Vicente Quispe Pumayalli de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica.

MUESTRA	Características microbiológicas			
	Coliformes Totales (NMP)	Coliformes Fecales (NMP)	Mohos (UFC/mL)	Levaduras (UFC/mL)
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				
M7				
M8				
M9				
M10				
M11				
M12				
M13				
M14				
M15				
M16				
M17				
M18				
M19				
M20				
M21				
M22				
M23				
M24				
M25				
M26				

### Anexo 3. TABLA PROBABILÍSTICA, NÚMERO MÁS PROBABLE

Número más probable (NMP) de bacterias; tres tubos por cada dilución

134

*Microorganismos de los alimentos 1*

TABLA 6<sup>a</sup>

Número más probable (NMP) de bacterias; tres tubos por cada dilución.<sup>b</sup>

Número de tubos positivos en cada dilución				Límites de confianza			
Dilución 10 <sup>-1</sup>	Dilución 10 <sup>-2</sup>	Dilución 10 <sup>-3</sup>	NMP por gramo	99%		95%	
0	1	0	3	<1	23	<1	17
1	0	0	4	<1	28	1	21
1	0	1	7	1	35	2	27
1	1	0	7	1	36	2	28
1	2	0	11	2	44	4	35
2	0	0	9	1	50	2	38
2	0	1	14	3	62	5	48
2	1	0	15	3	65	5	50
2	1	1	20	5	77	8	61
2	2	0	21	5	80	8	63
3	0	0	23	4	177	7	129
3	0	1	40	10	230	10	180
3	1	0	40	10	290	20	210
3	1	1	70	20	370	20	280
3	2	0	90	20	520	30	390
3	2	1	150	30	660	50	510
3	2	2	210	50	820	80	640
3	3	0	200	<100	1.900	100	1.400
3	3	1	500	100	3.200	200	2.400
3	3	2	1.100	200	6.400	300	4.800

<sup>a</sup> Calculada a partir de los datos de Man (1975).

<sup>b</sup> De cada dilución se inoculan tres tubos de medio, cada uno con 1 ml. Para calcular el NMP de diluciones mayores que las que figuran en la Tabla, multiplicar el NMP por el factor adecuado: 10, 100, 1.000, etc. Por ejemplo, si los tubos seleccionados corresponden a las diluciones 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-4</sup>, multiplicar por 10; si las diluciones son 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup> y 10<sup>-5</sup>, multiplicar por 100.

#### Anexo 4. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1 localización de los lugares de venta de chicha de jora.



Fotografía 2 Chicha de jora listo para el análisis.



Fotografía 3 recolección de muestras para el análisis organoléptico, fisicoquímico y microbiológico.



Fotografía 4 registro de temperatura antes del transporte de las muestras.



Fotografía 5 transporte de las muestras a los laboratorios.



Fotografía 6. Análisis Organoléptico



Fotografía 7 Armado del equipo de destilación.

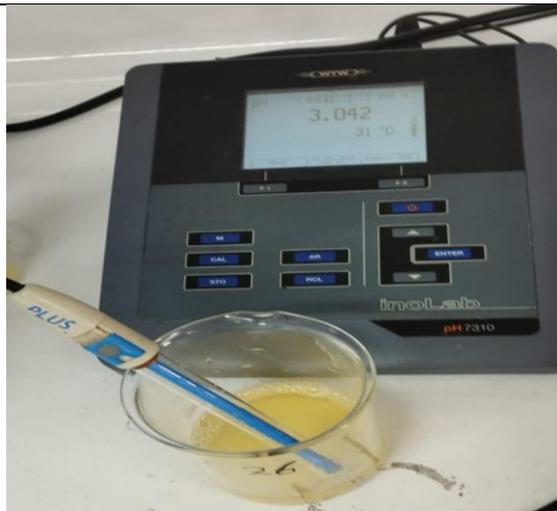


Fotografía 9 Control de temperatura y determinación del grado alcohólico.

Fotografía 8 destilación de las muestras de chicha de jora



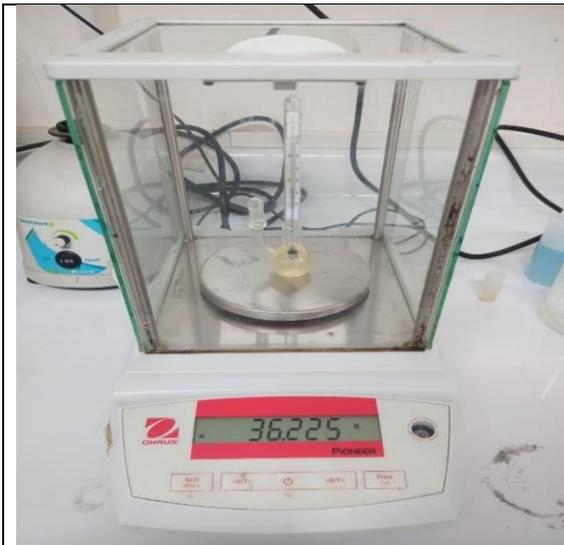
Fotografía 10 Calibración del equipo de pH-metro



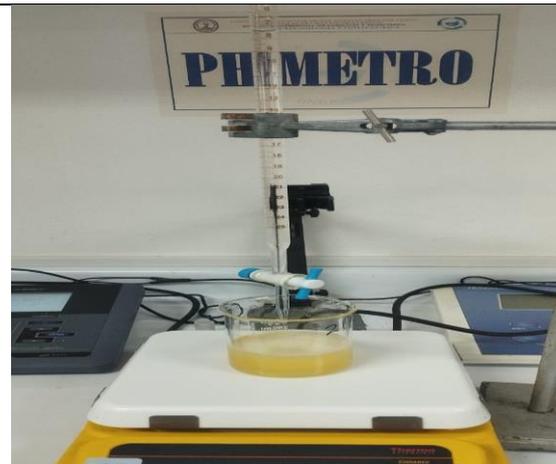
Fotografía 11 Determinación de pH



Fotografía 12 llenado de picnómetro con las muestras de chicha de jora.



Fotografía 13 pesada pichómetro mas muestra para la determinación de la densidad relativa.



Fotografía 14. Titulación de las muestras de chicha de jora con NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.2, con el objetivo de determinar la acidez total.



Fotografía 15 filtración de los cristales de ácido cromotrófico puro.



Fotografía 16 preparación de la curva patrón de metanol.



Fotografía 17 Preparación de las muestras para la cuantificación de la concentración de metanol.



Fotografía 18 se observa la curva patrón de metanol, acompañada de las muestras preparadas para la lectura en el espectrofotómetro.



Fotografía 19 lectura de las absorbancias de las muestras en espectrofotómetro a 575 nm.



Fotografía 20 esterilización de material.



Fotografía 21 pesaje de los agares para el cultivo microbiológico.



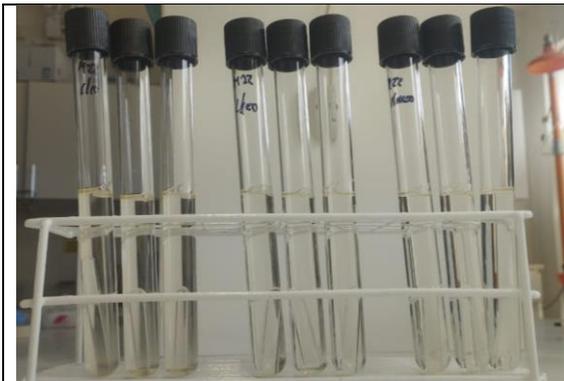
Fotografía 22. Siembra de microorganismos en tubos con caldo de cultivo y placas con agar para el crecimiento de coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras.



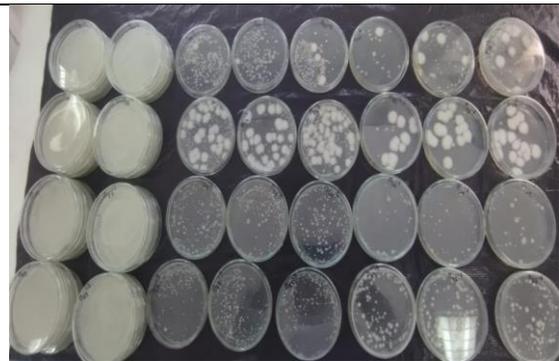
Fotografía 23. Incubación de tubos con caldo de cultivo y placas con agar.



Fotografía 24. Se observan tubos con caldo verde brillante bilis y caldo EC, utilizados para la confirmación de coliformes totales y *Escherichia coli*.



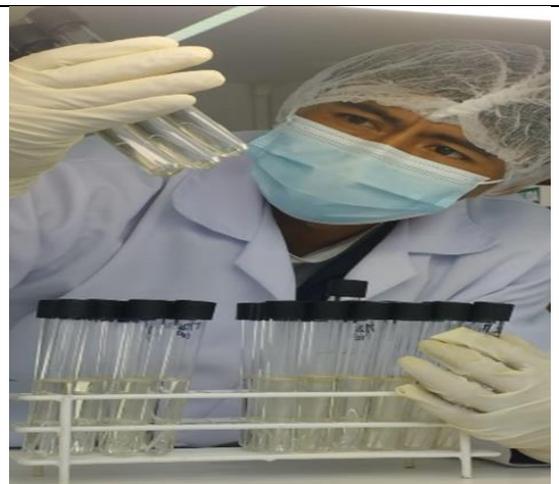
Fotografía 25. Se observan tubos negativos para el crecimiento de coliformes, ya que no hubo producción de gas ni turbidez.



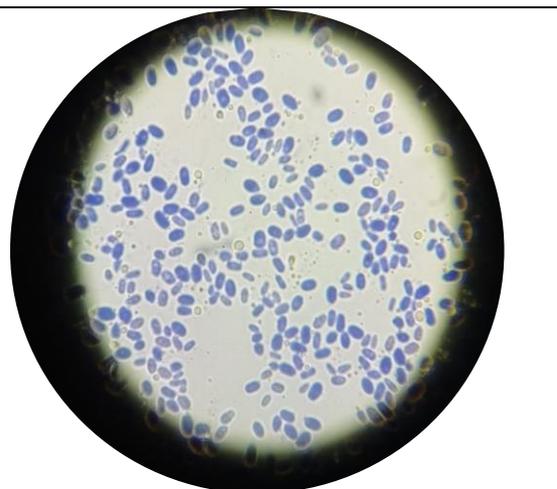
Fotografía 26. Se puede ver el desarrollo de mohos y levaduras en Agar Sabouraud.



Fotografía 27. Se puede observar una diferenciación macroscópica en el crecimiento de mohos y levaduras.



Fotografía 28. Se puede observar la verificación del crecimiento de coliformes en los tubos que contienen caldo Lauril Sulfato.



Fotografía 29. Se observa una diferenciación microscópica en el crecimiento de levaduras.

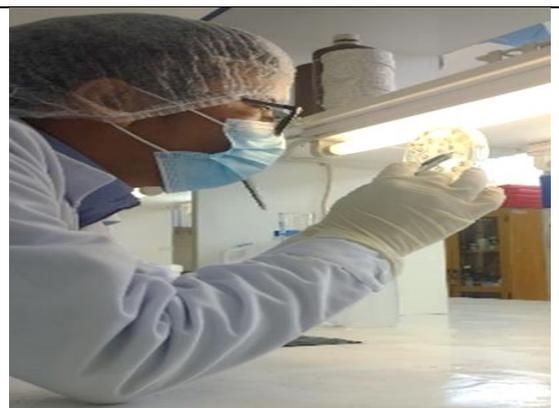


Figura 30. Se puede observar el conteo de mohos y levaduras en las placas de Petri.