



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO  
DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE  
CHONTA (*Bactris gasipaes*)”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agroindustrial

Autora:

Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica

Tutora:

Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg.

Latacunga – Ecuador

Febrero 2020

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica**, con C.C. **050385596-7** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE CHONTA (*Bactris gasipaes*)”**, siendo Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg. Tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de febrero del 2020

Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica

C.C. 050385596-7

Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg.

C.C. 050223755-5

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica**, identificada con C.C. N° **050385596-7**, de estado civil **soltera** y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el **Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez**, en calidad de **Rector** y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE CHONTA (*Bactris gasipaes*)”**. La cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. – Abril - Agosto 2015 - Octubre 2019 – Marzo 2020

Aprobación CD.- 15 de noviembre del 2019

Tutor. - Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg.

Tema **“CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE CHONTA (*Bactris gasipaes*)”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a 14 de febrero 2020.



.....  
Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica

**LA CEDENTE**



.....  
Ing. MBA. Tinajero Jiménez Cristian Fabricio

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“Cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación de una bebida ancestral elaborada a partir de chonta (*Bactris gasipaes*)” de Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 7 de febrero del 2020



.....

Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg.

C.C. 050223755-5

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“Cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación de una bebida ancestral elaborada a partir de chonta (*Bactris gasipaes*)” de Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 7 de febrero del 2020

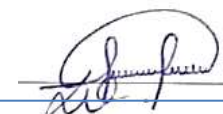


---

Lector 1

Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.

CC.050227093-7



---

Lector 2

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

CC.050177393-1



---

Lector 3

Ing. Salazar Espinoza Galo Arcenio M.Sc.

CC. 050224693-7

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por ser mi creador y fortaleza en los momentos más difíciles y regalarme unos padres maravillosos Juan y María quienes con su infinito amor, paciencia y apoyo incondicional han hecho posible la culminación de mi carrera universitaria. .*

*También agradezco a mis hermanos y en especial a Maricela por ser la luz de mis ojos, mi amiga, mi confidente y mi apoyo en todo momento.*

*A mis amigos y en especial a Sofía y Alexander por tanto cariño, paciencia y locuras vividas en el transcurso de la carrera universitaria.*

*A mi tutora de tesis Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg, por toda la paciencia que tuvo para guiarme en el desarrollo de este proyecto de investigación.*

*Finalmente quiero agradecer los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi por transmitirme sus conocimientos y enseñanzas a los largo de la carrera.*

*¡Gracias!*

*Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica.*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo dedico con mucho amor a Dios, a mis padres y hermanos que son la parte más importante de mi vida y fuente de inspiración para cada día ser mejor.*

*Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE CHONTA (*Bactris gasipaes.*)”.

**Autora:**

Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica.

### RESUMEN

La chicha de chonta es una bebida de bajo contenido alcohólico producida por la degradación de azúcares por medio de los microorganismos. En el presente trabajo de investigación se analizó la curva de crecimiento microbiológico de las células viables, para ellos se utilizó el método de recuento en placas Petrifilm las cuales contenían sustratos especiales para la proliferación y desarrollo de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras, las siembras se realizó por duplicado y por diluciones seriadas con el fin de facilitar la cuantificación de las colonias; las bacterias ácido lácticas inician su crecimiento con 5,42 log UFC/mL hasta las 30 horas con 7,45 log UFC/mL en este tiempo se estableció la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) de 0,1369 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 5,06 horas y número de generaciones de 4,74; a las 36 horas se observó un reposo de las células con un valor de 7,46 log UFC/mL y a las 42 horas se da un descenso de los microorganismos de 7,42 log UFC/mL; los mohos en etapa inicial de fermentación reportaron un valor de 4,20 log UFC/mL a las 36 horas se divisa un incremento de las células de 4,87 log UFC/mL en este tiempo se diviso la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) de 0,0355 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación 19,52 horas y número de generaciones de 1,54, a las 42 horas estos microorganismos descendieron a 4,85 log UFC/mL; las levaduras a las 0 horas de fermentación reportaron un valor de 5,55 log UFC/mL hasta las 36 horas con 6,17 log UFC/mL, en el lapso de este tiempo se estableció la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) de 0,0441 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 15,70 horas y un número de generaciones de 1,91, a las 42 horas se evidenció el declive de los microorganismos de 6,13 log UFC/mL. También se evaluaron los parámetros físicos- químicos cada 6 horas durante el tiempo de fermentación del masato de chonta; el pH disminuye a medida que transcurre el tiempo de fermentación de 4,27 a 3,68; los sólidos solubles (°brix) al inicio de la fermentación es 23,95

°brix y va reduciendo paulatinamente hasta alcanzar un valor de 17,25 °brix; la acidez se midió en % de ácido láctico, el cual inicia con 0,11 % hasta 0,21%; los grados alcohólicos van en aumento en función del tiempo de fermentación, el cual inicia con 1,85 % hasta 4,95%. Los valores de pH y acidez se compararon con la NTE INEN 2262:2003 y se determinó que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por tal normativa.

**Palabras clave:** chonta, chicha, masato, cinética, crecimiento, microorganismos, petrifilm, fermentación.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**THEME:** “GROWTH KINETICS OF MICROORGANISMS INTO FERMENTATION PROCESS OF AN ANCESTRAL BEVERAGE ELABORATED FROM CHONTA (*Bactris gasipaes.*)”.

**Author:**

Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica.

### ABSTRACT

Chicha de chonta is a low alcoholic beverage produced by the degradation of sugars through microorganisms. In the present research work the microbiological growth curve of viable cells was analyzed, for them the method of counting in Petrifilm plates was used which contained special substrates for the proliferation and development of lactic acid bacteria, molds and yeasts, plantings it was carried out in duplicate and by serial solutions in order to facilitate the quantification of the colonies; lactic acid bacteria start their growth with 5.42 log CFU/mL until 30 hours with 7.45 log CFU/mL at this time the maximum growth rate ( $\mu_{max}$ ) of 0.1369 ( $h^{-1}$ ), was established, with a generation time of 5.06 hours and a number of generations of 4.74; at 36 hours a rest of the cells was observed with a value of 7.46 log CFU/mL and at 42 hours there was a decrease of the microorganisms of 7.42 log CFU/mL; the molds in the initial stage of fermentation reported a value of 4.20 log CFU/mL at 36 hours an increase in the cells of 4.87 log CFU/mL was seen at this time the maximum growth rate was observed ( $\mu_{max}$ ) 0.0355 ( $h^{-1}$ ), with a generation time of 19.52 hours and a number of generations of 1.54, at 42 hours these microorganisms dropped to 4.85 log CFU/mL; yeasts at 0 hours of fermentation reported a value of 5.55 log CFU / mL until 36 hours with 6.17 log CFU/mL, during this time the maximum growth rate ( $\mu_{max}$ ) of 0 was established, 0.0441 ( $h^{-1}$ ), with a generation time of 15.70 hours and a number of generations of 1.91, at 42 hours the decline of microorganisms of 6.13 log CFU/mL was evidenced. The physical-chemical parameters were also evaluated every 6 hours during the fermentation time of chonta masato; the pH decreases as the fermentation time elapses from 4.27 to 3.68; the soluble solids ( $^{\circ}$  Brix) at the beginning of the fermentation is 23.95  $^{\circ}$  Brix and gradually reduces until reaching a value of 17.25  $^{\circ}$  Brix; acidity was measured

in% lactic acid, which starts with 0.11% to 0.21%; Alcoholic grades are increasing depending on the fermentation time, which starts with 1.85% to 4.95%. The pH and acidity values were compared with the NTE INEN 2262: 2003 and it was determined that it is within the parameters established by such regulations.

**Keywords:** anaerobic, chonta, chicha, masato, kinetics, growth, microorganisms, petrifilm, fermentation

## ÍNDICE

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xxi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xxiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general.....	5
5.2. Objetivos específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Antecedentes.....	6
7.2. Fundamentación teórica.....	8
7.3. Cinética de crecimiento microbiano.....	8
7.4. Curva de crecimiento microbiano.....	9
7.5. Fase de adaptación o fase de latencia.....	9
7.6. Fase exponencial o logarítmica.....	10

7.7. Fase estacionaria.....	10
7.8. Fase de muerte.....	11
7.9. Factores que influyen en la curva de crecimiento microbiano.....	11
7.10. Factores intrínsecos.....	11
7.11. Factores implícitos.....	11
7.12. Factores extrínsecos.....	11
7.13. Factores explícitos.....	12
7.14. Parámetros cinéticos del crecimiento microbiano.....	12
7.15. Velocidad máxima de crecimiento.....	12
7.16. Tiempo de generación.....	12
7.17. Número de generaciones.....	13
7.18. Métodos para medir el crecimiento microbiano.....	13
7.19. Método de recuento de células viables.....	13
7.20. Sistema Petrifilm.....	13
7.21. Recuento microscópico directo.....	14
7.22. Microbiología de las bebidas fermentadas.....	14
7.23. Bacterias ácido lácticas.....	14
7.24. Mohos.....	15
7.25. Levaduras.....	15
7.26. Tipos de respiración celular.....	15
7.26.1. Respiración celular aerobia.....	15
7.26.2. Respiración celular anaerobia.....	16
7.27. Fermentación.....	16
7.27.1. Tipos de fermentación.....	16
7.27.2. Fermentación acética.....	16
7.27.3. Fermentación alcohólica.....	16
7.27.4. Fermentación butírica.....	17
7.27.5. Fermentación láctica.....	17
7.28. Factores de control en la fermentación.....	17
7.28.1. PH.....	17
7.28.2. Concentración de sustrato.....	18
7.28.3. Acidez total.....	18

7.28.4. Grados alcohólicos. ....	18
7.29. Bebidas ancestrales.....	18
7.29.1. La chicha en el Ecuador.....	19
7.29.1.1. Tipos de chicha.....	19
7.29.1.2. Chicha de jora.....	19
7.29.1.3. Chicha huevona. ....	19
7.29.1.4. Chicha yamor.....	20
7.29.1.5. Chicha de yuca.....	20
7.29.1.6. Chicha de chonta. ....	20
7.30. Chonta ( <i>Bactris gasipaes</i> ). ....	20
7.30.1. Descripción botánica. ....	21
7.30.2. Usos de la chonta ( <i>Bactris gasipaes</i> ).....	21
7.30.3. Distribución de la chonta en el Ecuador.....	22
7.31. Marco conceptual o glosario de términos.....	22
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS. ....	25
8.1. ¿Se establecerá el crecimiento de los microorganismos presentes en el proceso de fermentación del masato de chonta?.....	25
8.2. ¿Se podrá determinar los parámetros del crecimiento poblacional de bacterias ácido lácticos, mohos y levaduras? .....	25
8.3. ¿Se logrará medir los parámetros físicos - químicos durante la fermentación del masato de chonta?.....	25
9. METODOLOGÍA.....	26
9.1. Tipos de investigación.....	26
9.1.1. Investigación descriptiva. ....	26
9.1.2. Investigación bibliográfica. ....	26
9.1.3. Investigación de campo. ....	26
9.2. Métodos de investigación. ....	27
9.2.1. Método descriptivo. ....	27
9.2.2. Método analítico. ....	27
9.3. Técnicas de investigación.....	28
9.3.1. La observación.....	28
9.4. Instrumentos de investigación. ....	28

9.4.1. Fichas de registros.....	28
9.5. Metodología de la cinética del crecimiento de microorganismos durante la fermentación del masato de chonta.....	29
9.5.1. Equipos.....	29
9.5.2. Materiales y suministros.....	29
9.5.3. Materia prima.....	30
9.6. Desarrollo de la investigación.....	30
9.6.1. Muestreo.....	30
9.6.2. Transporte de las muestras.....	31
9.6.3. Análisis microbiológico: Método de recuento en placas de células viables.....	31
9.6.3.1 Esterilización de materiales de laboratorio.....	31
9.6.3.2. Preparación de los tubos de ensayo para las disoluciones.....	32
9.6.3.5. Cálculos y resultados de los parámetros cinéticos.....	34
9.6.3.6. Unidades formadoras de colonias.....	34
9.6.3.7. Velocidad de crecimiento.....	35
9.6.3.8. Tiempo de generación.....	35
9.7. Análisis físico - químico del masato de chonta.....	36
9.7.1. Determinación de pH, método de potenciómetro.....	36
9.7.1.2. Determinación de sólidos solubles (°brix), método refractómetro.....	37
9.7.1.3. Determinación de acidez titulable (% de ácido láctico).....	38
9.7.1.4. Determinación de grados alcohólicos (% v/v de alcohol).....	39
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	43
10.1. Carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	43
10.1.1. Carga microbiana final de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	47
10.2.1. Carga microbiana final de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	52
10.3. Carga microbiana de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	52
10.3.1. Carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	56
10.4. Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	57

10.5. Crecimiento de la población de mohos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	59
10.6. Resultado de carga microbiana de levaduras.....	61
10.7. Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación. ....	63
10.8. Parámetros cinéticos del crecimiento poblacional. ....	64
10.9. Resultados de los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	66
10.9.1. Resultados de las medias de pH en función del tiempo de fermentación. ....	66
10.9.2. Resultados de las medias de los sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación. ....	68
10.9.3. Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación. ...	69
10.9.4. Resultados de grados alcohólicos (% v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación. ....	70
10.10. Comparación de las medias de los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.....	72
10.11. Análisis de crecimiento de los microorganismos versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	73
11. IMPACTO (TÉCNICO, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS). ....	78
11.1. Impacto técnico.....	78
11.2. Impacto social.....	78
11.3. Impacto ambiental. ....	78
11.4. Impacto económico.....	78
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	79
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	80
13.1. Conclusiones.....	80
13.2. Recomendaciones. ....	81
14. BIBLIOGRAFÍA. ....	82
15. ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Medio de cultivos y condiciones de incubación de los microorganismos para placas Petrifilm™. ....	33
<b>Tabla 3.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 0 horas de fermentación. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 6 horas de fermentación. ....	43
<b>Tabla 5.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 12 horas de fermentación. ....	44
<b>Tabla 6.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 18 horas de fermentación. ....	44
<b>Tabla 7.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 24 horas de fermentación. ....	45
<b>Tabla 8.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 30 horas de fermentación. ....	45
<b>Tabla 9.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 36 horas de fermentación. ....	46
<b>Tabla 10.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 42 horas de fermentación. ....	46
<b>Tabla 11.</b> Carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	47
<b>Tabla 12.</b> Carga microbiana de mohos a las 0 horas de fermentación. ....	47
<b>Tabla 13.</b> Carga microbiana de mohos a las 6 horas de fermentación. ....	48
<b>Tabla 14.</b> Carga microbiana de mohos a las 12 horas de fermentación. ....	48
<b>Tabla 15.</b> Carga microbiana de mohos a las 18 horas de fermentación. ....	49
<b>Tabla 16.</b> Carga microbiana de mohos a las 24 horas de fermentación. ....	49
<b>Tabla 17.</b> Carga microbiana de mohos a las 30 horas de fermentación. ....	50
<b>Tabla 18.</b> Carga microbiana de mohos a las 36 horas de fermentación. ....	50
<b>Tabla 19.</b> Carga microbiana de mohos a las 42 horas de fermentación. ....	51
<b>Tabla 20.</b> Carga microbiana final de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	52
<b>Tabla 21.</b> Carga microbiana de levaduras a las 0 horas de fermentación. ....	52
<b>Tabla 22.</b> Carga microbiana de levaduras a las 6 horas de fermentación. ....	53
<b>Tabla 23.</b> Carga microbiana de levaduras a las 12 horas de fermentación. ....	53
<b>Tabla 24.</b> Carga microbiana de levaduras a las 18 horas de fermentación. ....	54
<b>Tabla 25.</b> Carga microbiana de levaduras a las 24 horas de fermentación. ....	54
<b>Tabla 26.</b> Carga microbiana de levaduras a las 30 horas de fermentación. ....	55
<b>Tabla 27.</b> Carga microbiana de levaduras a las 36 horas de fermentación. ....	55
<b>Tabla 28.</b> Carga microbiana de levaduras a las 42 horas de fermentación. ....	56

<b>Tabla 29.</b> Carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	56
<b>Tabla 30.</b> Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.....	57
<b>Tabla 31.</b> Crecimiento de la población de mohos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	59
<b>Tabla 32.</b> Crecimiento de la población de levaduras expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	61
<b>Tabla 33.</b> Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación. ....	63
<b>Tabla 34.</b> Parámetros cinéticos del crecimiento poblacional.....	64
<b>Tabla 35.</b> Resultados de los parámetros físicos - químicos de las repeticiones 1 y 2 en función del tiempo de fermentación. ....	66
<b>Tabla 36.</b> Resultados de pH en función del tiempo de fermentación. ....	66
<b>Tabla 37.</b> Resultados de las medias de los sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación. ....	68
<b>Tabla 38.</b> Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo (horas) de fermentación. ....	69
<b>Tabla 39.</b> Resultados de grados alcohólicos (% v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación. ....	70
<b>Tabla 40.</b> Comparación de las medias de los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación. ....	72
<b>Tabla 41.</b> Análisis decrecimiento de bacterias ácido lácticas versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación.....	73
<b>Tabla 42.</b> Análisis del crecimiento de mohos versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación. ....	75
<b>Tabla 43.</b> Análisis del crecimiento de levaduras versus los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación. ....	76
<b>Tabla 44.</b> Presupuesto del proyecto. ....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Curva de crecimiento microbiano. ....	9
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del muestreo y transporte del masato de chonta. ....	40
<b>Figura 3.</b> Diagrama del análisis microbiológico: Método de recuento en placas de células viables. ....	41
<b>Figura 4.</b> Análisis físico - químico del masato de chonta. ....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	57
<b>Gráfico 2.</b> Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	58
<b>Gráfico 3.</b> Crecimiento de la población de mohos expresado UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	59
<b>Gráfico 4.</b> Crecimiento de la población de mohos expresado en log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	60
<b>Gráfico 5.</b> Crecimiento de la población de levaduras expresado en UFC/mL, en función del tiempo de fermentación. ....	61
<b>Gráfico 6.</b> Crecimiento de la población de levaduras expresado en log UFC/mL en función del tiempo de fermentación. ....	62
<b>Gráfico 7.</b> Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación. ....	63
<b>Gráfico 8.</b> Resultados de las medias de pH en función del tiempo de fermentación. ....	67
<b>Gráfico 9.</b> Resultados de sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación. ...	68
<b>Gráfico 10.</b> Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación. ....	69
<b>Gráfico 11.</b> Resultados de grados alcohólicos (%v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación. ....	71
<b>Gráfico 12.</b> Comparación de las medias de los parámetros físico-químicos en función del tiempo de fermentación. ....	72

<b>Gráfico 13.</b> Análisis del crecimiento de bacterias ácido lácticas versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo (horas) de fermentación. ....	74
<b>Gráfico 14.</b> Análisis de mohos con los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación. ....	75
<b>Gráfico 15.</b> Análisis del crecimiento de levaduras versus los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación. ....	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Hoja de vida del docente tutor. ....	91
<b>Anexo 2.</b> Hoja de vida del estudiante. ....	92
<b>Anexo 3.</b> Registro de la cuantificación de las colonias del análisis microbiológico del masato chonta. ....	93
<b>Anexo 4.</b> Cálculos de las UFC/mL de los microorganismos. ....	95
<b>Anexo 5.</b> Resultados de la carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	96
<b>Anexo 6.</b> Resultados finales de la carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	98
<b>Anexo 7.</b> Resultados de la carga microbiana de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	98
<b>Anexo 8.</b> Resultado final de la carga microbiana de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	100
<b>Anexo 9.</b> Resultados de la carga microbiana de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	100
<b>Anexo 10.</b> Resultado final de la carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	102
<b>Anexo 11.</b> Cálculos de los parámetros cinéticos. ....	103
<b>Anexo 12.</b> Resultados de los parámetros físicos - químicos de las repeticiones uno y dos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. ....	105
<b>Anexo 13.</b> Cálculo de la acidez en % de ácido láctico según Norma NTE INEN 2323:2002. ....	106

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Muestreo. ....	30
<b>Fotografía 2.</b> Transporte de las muestras. ....	31
<b>Fotografía 3.</b> Esterilización de materiales de laboratorio.....	31
<b>Fotografía 4.</b> Preparación de los tubos de ensayo para las disoluciones.....	32
<b>Fotografía 5.</b> Siembra e incubación en placas Petrifilm™.....	32
<b>Fotografía 6.</b> Cuantificación de colonias.....	33
<b>Fotografía 7.</b> Determinación de pH.....	36
<b>Fotografía 8.</b> Determinación de sólidos solubles (°brix). ....	37
<b>Fotografía 9.</b> Determinación de acidez titulable (% de ácido láctico). ....	38
<b>Fotografía 10.</b> Determinación de grados alcohólicos (% v/v de alcohol). ....	39

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación de una bebida ancestral elaborada a partir de chonta (*Bactris gasipaes.*).

**Fecha de inicio:**

Agosto 2019.

**Fecha de finalización:**

Febrero 2020.

**Lugar de ejecución:**

Barrio: Salache.

Parroquia: Eloy Alfaro.

Cantón: Latacunga.

Provincia: Cotopaxi.

Zona: 3

**Institución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

**Proyecto vigente de investigación:**

Tecnologías para la producción de bebidas ancestrales con fines comerciales utilizando preparados enzimáticos TERMAMYL 120 L Y AMYLASE AG 300 L, kéfir y levadura.

**Equipo de trabajo:**

Tutora de investigación: Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg. (Anexo 1)

Estudiante: Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica (Anexo 2)

**Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción.

**Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria.

**Sub líneas de investigación:**

Biotecnología agroindustrial y fermentativa.

**2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

Las bebidas tradicionales se han elaborado desde épocas muy antiguas y forman parte de la identidad cultural del Ecuador. La chicha de chonta es una bebida de mucha tradición; pero con el transcurrir del tiempo su consumo ha ido decreciendo. Hoy en día y con la llegada de la tecnología se ha optado por el consumo de otras bebidas industriales, ya que una de las causas podría ser que esta bebida elaborada de manera artesanal todavía no ha podido ser tecnificada e industrializada como se desea, para poder competir frente a las demás bebidas del mercado.

Este trabajo de investigación se justifica porque permite evaluar la cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación del masato de chonta; para ellos se evaluó la producción de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras con el fin de determinar el crecimiento, la supervivencia y la muerte de los microorganismos causantes de la fermentación; durante el proceso de fermentación se evaluaron parámetros físico – químicos como pH, sólidos solubles (°brix), acidez (% de ácido láctico) y grados alcohólicos (% v/v alcohol) del masato de chonta.

Es por ello que se considera oportuna la ejecución del presente trabajo de investigación ya que se proporciona información del crecimiento y comportamiento de los microorganismos que se desarrollan en masato de chonta, además, provee datos confiables de la evaluación de los parámetros físico – químicos durante la fermentación del masato de chonta. Así, mismo, será de gran utilidad para quienes se dedican a la investigación, para aquellos que mantienen la costumbre del consumo y para quienes elaboran de forma artesanal la chicha de chonta. Por lo cual, lo que se busca con el desarrollo este trabajo es poder servir como antecedente o guía para futuros trabajos, a través de una información correcta y adecuada que contribuya a la investigación y difusión sobre esta bebida, y así, poder revalorar y darle la debida importancia ya que la cultura ecuatoriana y de la mayoría de pueblos que se identifican con esta bebida.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **3.1. Directos.**

La asociación de bebidas ancestrales “Agua Viva” y los habitantes de la Parroquia “Madre Tierra”, ubicados en el Cantón Mera, Provincia de Pastaza con una población de 1.082 habitantes, de los cuales 551 son hombres y 531 son mujeres según datos de INEC - Censo de Población y Vivienda 2010.

#### **3.2. Indirectos.**

Agricultores indígenas del Cantón Mera ya que son los principales productores de la materia prima como es la chonta.

Los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial quienes se beneficiarán del proyecto realizado ya que contribuirá a fomentar nuevas tecnologías para la investigación.

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

Desde épocas muy antiguas la fermentación de los alimentos es una práctica en todas las culturas del mundo; existe una gran variedad de este tipo de alimentos como la cerveza, el vino, el vinagre, etc. que han sido estudiados con el pasar del tiempo, además, existe un gran número de alimentos fermentados que se producen en forma regional y no se conocen fuera de su lugar de origen.

La chicha de chonta es una bebida fermentada a través de transformación química de las sustancias orgánicas mediante las enzimas que producen ciertos microorganismos y que van acompañadas del desprendimiento de gases. Esta bebida es elaborada a base de chonta se elabora de manera artesanal y es propia de la Región Amazónica.

La pérdida de cultura, no solo se basa en costumbres, religión, vestuario, etc.; se enfoca primordialmente en los alimentos y bebidas, este aculturamiento abarca hoy en día grandes problemas para la salud, la mala alimentación basada en comidas y bebidas procesadas no naturales han llevado que nuestra cultura pierda sentido. La chicha es una bebida que hoy en día no tiene una aceptación importante dentro del medio debido que ha sufrido un decaimiento por la introducción de nuevos productos, poco nutritivos y costosos. Pese a su perdurabilidad en el tiempo y su tradicional consumo, hoy en día la chicha se prepara y se consume en pocos lugares de la región Amazónica.

Actualmente los procesos que se utilizan para la obtención de chicha de chonta son empíricos y tradicionales, en muchos casos se mezclan con valores místicos y religiosos resultando así una elaboración de carácter artesanal. Hoy en día la inocuidad de los alimentos tiene un papel fundamental para garantizar alimentos seguros en cada etapa de la cadena alimentaria, desde la producción, almacenamiento, distribución y el consumo. Es por ello que es importante conocer la flora microbiana presente en el masato de chonta y la evaluación de los parámetros físicos – químicos durante la fermentación.

## 5. OBJETIVOS.

### 5.1. Objetivo general.

- Evaluar la cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación de una bebida ancestral elaborada a partir de chonta (*Bactris gasipaes.*).

### 5.2. Objetivos específicos.

- Cuantificar las colonias de las bacterias ácidos lácticos, mohos y levaduras durante el proceso de fermentación del masato de chonta.
- Determinar parámetros cinéticos del crecimiento poblacional.
- Evaluar los parámetros físico - químicos durante la fermentación del masato de chonta.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de verificación</b>
Objetivo 1. Cuantificar las colonias de las bacterias ácidos lácticos, mohos y levaduras durante el proceso de fermentación del masato de chonta.	Muestreo, siembra y cuantificación de los microorganismos durante el proceso de fermentación.	Número de microorganismos generados durante el proceso de fermentación.	Registro de la cuantificación de las colonias de los microorganismos. (Anexo 5-10)  Curva de crecimiento microbiano. ( Gráfico 1-6)
Objetivo 2. Determinar parámetros cinéticos del crecimiento poblacional.	Cálculo de la velocidad máxima de crecimiento, tiempo de generación y número de generaciones.	Datos de la velocidad máxima de crecimiento, tiempo de generación y número de generaciones	Registro de datos de la velocidad máxima de crecimiento, tiempo de generación y número de generaciones. (Anexo 11)

Objetivo 3. Evaluar los parámetros físico - químicos durante la fermentación del masato de chonta.	Medir los parámetros físico - químicos durante la fermentación.	Resultado de: pH, sólidos solubles (°brix), acidez (% de ácido láctico), grados alcohólicos (% v/v alcohol)	Registro de los datos de los análisis físico - químico. (Anexo 12)
--	---	---	--

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

### 7.1. Antecedentes

Según Sarango & Yanchapanta (2019) en la investigación realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi con el tema “CINÉTICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE TRES BEBIDAS ANCESTRALES A PARTIR DE YUCA (*Manihot esculenta*), mencionan:

Los análisis físicos químicos de las tres bebidas ancestrales, se obtuvo los siguientes resultados, en la chicha blanca su proceso de fermentación llegó a las 42 horas, dando inicio con un pH de 4.7, que en función de tiempo redujo significativamente el porcentaje de p a 3.96, los sólidos solubles de 23.41 °brix, la degradación del azúcar tuvo su etapa final con 16.2 °brix, la acidez inicio con 0.36 % ácido láctico donde el pH y los sólidos reducían la acidez aumentaba hasta los 0.61 % ácido láctico, la temperatura durante el proceso se mantenía casi constante el cual era favorable para su fermentación que se encontraba entre los 25.9 °C a 25.1 °C.

Para Zurita (2017) en la investigación realizada en la Universidad Tecnológica Equinoccial con el tema: “CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS MÁS REPRESENTATIVAS DE LA PROVINCIA DEL CAÑAR”, menciona:

La evaluación de las bebidas de la Provincia del Cañar se lo realizó por duplicado para ellos se tomó muestras de cada bebida, de dos productores diferentes en tres lotes de producción; se realizaron recuentos microbiológicos de coliformes totales, enterobacterias, aerobios mesófilos, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras; además de análisis físico - químicos: peso específico, sólidos solubles, pH, grado alcohólico, extracto seco, acidez total, acidez fija y

acidez volátil. Los resultados obtenidos indicaron que el pulcre presentó los valores más altos en relación a la carga microbiana patógena de coliformes totales y enterobacterias, con una media de 3.43 y 3.25 Log UFC/ml respectivamente, por lo que se concluye que no es apto para el consumo humano ya que según la NTE INEN 2302 (2009), debe haber ausencia. En cuanto al análisis físico-químico, en relación al grado alcohólico, la chicha de jora presentó un valor menor al establecido por la NTE INEN 2262 (2003); mientras que los sólidos solubles en la chicha de jora presenta una media de 13.4 % y el pulcre una media de 14 %; sobre requisitos de la cerveza, que es de 2 °GL, ya que, presentó una media de 1 °GL, mientras que la mapanagua y el pulcre presentaron una media de 2 y 2.5 °GL respectivamente.

De acuerdo a Escudero & Grijalva (2014) en la investigación realizada en la Universidad Técnica Equinoccial con el tema: DIVERSIDAD MICROBIANA ASOCIADA A LA CHICHA DE ARROZ: UNA BEBIDA TRADICIONAL DE BOLÍVAR-ECUADOR, afirma:

Las principales bebidas tradicionales en la provincia de Bolívar son los aguardientes y las chichas; entre ellas sobresale la chicha de arroz. En una primera etapa, se evaluaron muestras de chicha de arroz (en los puntos de venta) de diferentes productores de la provincia; se realizaron recuentos microbiológicos y análisis físico-químicos. En la segunda etapa, se aislaron e identificaron enterobacterias, bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras, en tres fases del proceso de elaboración (inicial, fermentativo y final). Para todos los microorganismos se realizaron descripciones macroscópicas y microscópicas. La identificación de enterobacterias y bacterias ácido lácticas se realizó mediante pruebas bioquímicas, para los mohos se realizó una identificación microscópica mediante tinción con azul de lactofenol y para las levaduras se usó el kit API 20 C AUX. En relación a los recuentos se obtuvieron en promedio valores de 2.7 y 2.5 log UFC/ml de coliformes totales y enterobacterias respectivamente, 6.51 log UFC/ml de bacterias ácido lácticas y 2.5 log UFC/ml de Mohos y levaduras. Se identificaron en las tres fases: 13 cepas de enterobacterias, 9 cepas de bacterias ácido lácticas, 15 cepas de mohos y 6 cepas de levaduras.

De acuerdo a Benavides & Karina (2013) en la investigación realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con el tema: “PARÁMETROS ÓPTIMOS EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA PARA INDUSTRIALIZAR LA CHICHA DE JORA EN LA PROCESADORA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS KUTACACHI SARA MAMA”, afirma:

En la fermentación alcohólica natural tomando en consideración la productividad de formación de etanol, se estableció que no existe una diferencia significativa en estas variables; pero tras la evaluación sensorial se seleccionó la siguiente alternativa tecnológica para elaborar chicha de jora, iniciar la fermentación a pH 4,5 y trabajar con una temperatura de 22 °C. Se concluye que bajo las condiciones establecidas se obtiene una bebida muy agradable, de las siguientes características: 17°Brix, pH 3,79, acidez titulable de 0,59% y un contenido de alcohol de 1 % (v/v).

De acuerdo a Baca (2016) en su investigación realizada en la Universidad Tecnológica Equinoccial con título de: “CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS CON CAPACIDAD FERMENTATIVA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CHICHA DEL YAMOR” indicando que:

Se encontró que los recuentos microbianos variaron en las tres etapas de fermentación: inicial, fermentativa y final de la chicha del yamor; mientras las enterobacterias y coliformes totales se redujeron notablemente en la etapa final; las bacterias ácido lácticas y las levaduras aumentaron al finalizar la fermentación, presentando valores de 7.12 log UFC/ml y 8.27 log UFC/ml, respectivamente. La chicha del yamor presentó un contenido de sólidos solubles de 4.33 °Brix al inicio de la fermentación y de 4 °Brix en la etapa final, por lo tanto, no existió un cambio significativo debido a que la mayoría de las materias primas (maíz morado, blanco, amarillo, morocho, canguil y chulpi) utilizadas para su elaboración no fueron sometidas al proceso de malteado como la jora. Se caracterizó a las cepas más representativas de microorganismos con capacidad fermentativa durante las tres etapas de fermentación de la elaboración de la chicha del yamor. De bacterias ácido lácticas: *Lactobacillus brevis* y *Lactococcus lactis*; mientras que *Candida utilis*, *Candida pelliculosa*, *Candida krusei/inconspicua* fueron las levaduras caracterizadas.

## **7.2. Fundamentación teórica.**

### **7.3. Cinética de crecimiento microbiano.**

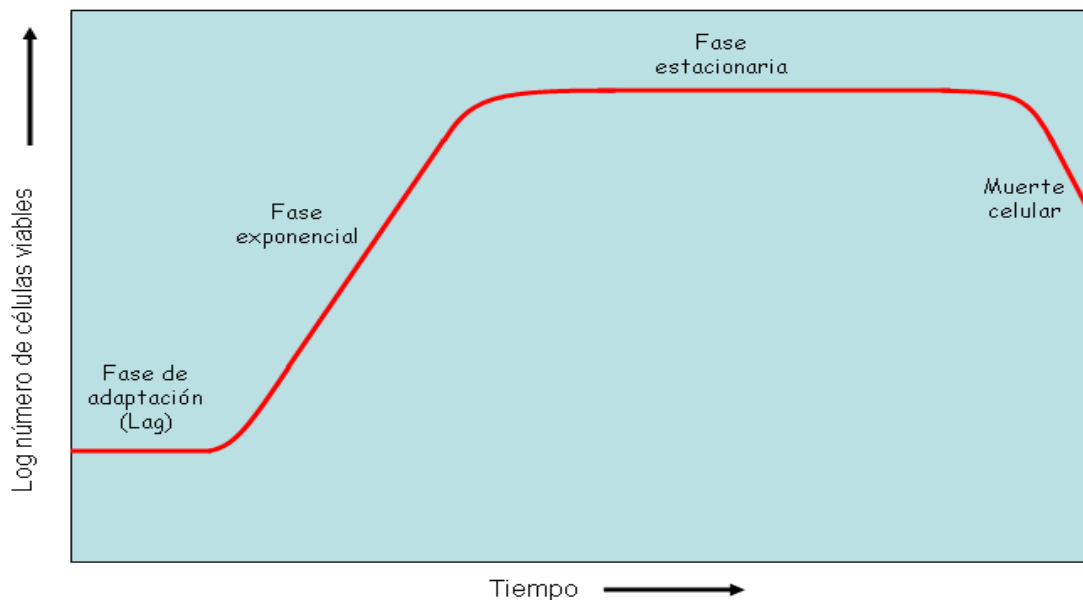
La palabra “crecimiento” se define como un incremento en el número de células o de masa celular por unidad en función de tiempo de una población microbiana, el crecimiento ocasiona un aumento del número de células cuando los microorganismos se multiplican por procesos

como gemación o fisión binaria, en este caso las células individuales se agrandan y dividen para originar dos células hijas de un tamaño aproximadamente igual, durante la curva de crecimiento de un cultivo microbiano puede ser subdividida en cuatro partes distintas denominadas: fase de latencia, fase exponencial, fase estacionaria y fase de muerte (Campos, 2012, p.45).

#### 7.4. Curva de crecimiento microbiano.

En un cultivo microbiano en medio líquido, se pueden identificar 4 fases de crecimiento, como se observa en la Figura 1.

**Figura 1.** Curva de crecimiento microbiano.



Fuente: Cabeza (2011).

#### 7.5. Fase de adaptación o fase de latencia.

Según Smith (2009) afirma. “En la fase de latencia existe un aparente reposo en el que las células sintetizan enzimas necesarias para la actividad metabólica que deben llevar adelante; cuando se hacen mediciones del número de células en distintos tiempos dentro de esta fase, el valor no cambia sustancialmente. En cambio, interiormente las células trabajan activamente adaptando el equipo enzimático al medio de cultivo. La bacteria se prepara para hacer uso de los nutrientes que este medio le aporta, por lo tanto, es la fase de adaptación al medio, con aumento de la masa celular pero no del número de células” (p. 67).

La edad del inóculo va a influir en el tiempo de latencia en el medio fresco debido a la acumulación de materiales tóxicos y a la falta de nutrientes esenciales dentro de la célula durante el crecimiento anterior. En general, inóculos viejos alargan la fase de latencia (Recalde, 2010, p.87).

#### **7.6. Fase exponencial o logarítmica.**

Bernal (2010) afirma. “La fase exponencial o logarítmica es aquella donde los microorganismos crecen y se dividen hasta el nivel máximo posible, las células de los microorganismos, ya adaptado a las condiciones del medio de fermentación, se duplican de manera continua y a ritmo constante, de modo que por cada período de tiempo la población crece exponencialmente a medida que se consumen los nutrientes del medio. Esta fase corresponde a la de mayor reproducción celular y su duración depende de la concentración inicial del sustrato limitante, de la temperatura y de características genéticas del organismo que determinan por ejemplo su habilidad para adaptarse a los nutrientes disponibles” (p.45).

La tasa del crecimiento exponencial (velocidad) de un microorganismo influyen dos conjuntos de factores: las condiciones ambientales (temperatura, pH, composición del medio), y las características genéticas del microorganismo (Camacho, Giles, Ortegón, Palao & Velázquez, 2017, p.145).

#### **7.7. Fase estacionaria.**

Según López (2015) afirma. “La fase estacionaria es el resultado del agotamiento de los nutrientes disponibles o del efecto de acumulación de productos tóxicos de metabolismo que tienen como consecuencia el cese del aumento o disminución neta del número de células. Aunque no suele haber crecimiento en la fase estacionaria muchas funciones celulares continúan, como el metabolismo energético y algunos procesos biosintéticos, en algunos casos puede ocurrir un crecimiento lento durante esta fase; algunas células de la población se dividen mientras que otras mueren y los dos procesos se equilibran de modo que no hay aumento ni disminución en el número de células, este fenómeno se llama crecimiento críptico” (p.97).

### **7.8. Fase de muerte.**

La fase de muerte es consecuencia de diversos factores ambientales perjudiciales, uno importante es el agotamiento de las reservas celulares de energía y la acumulación de residuos tóxicos, al igual que el crecimiento, la muerte también asume una función exponencial que puede ser representada por una disminución lineal del número de las células viables a lo largo del tiempo, sin embargo, la velocidad de mortalidad puede disminuir después de reducirse drásticamente la población (Garibay, Ramírez & Munguía, 2004, p.98).

### **7.9. Factores que influyen en la curva de crecimiento microbiano.**

#### **7.10. Factores intrínsecos.**

Los factores intrínsecos, hacen referencia a todas las características físicas, químicas y biológicas de los alimentos y que pueden afectar o favorecer al crecimiento de varias o ciertas bacterias. Entre estos factores tenemos: actividad del agua (agua disponible para reaccionar), pH (ácidos o bases), potencial redox (intercambio de electrones), componentes antimicrobianos (sustancias inhibidoras), estructura antimicrobiana (coberturas o cáscaras) y nutrientes Olof, 2008, p.56).

#### **7.11. Factores implícitos.**

Los factores implícitos comprenden todas las interacciones microbianas, tales como: el sinergismo que promueve el crecimiento conjunto de dos o más microorganismos; el antagonismo donde el desarrollo de un microorganismos promueve un efecto inhibitorio o letal sobre otro; o comensalismo donde el crecimiento de un microorganismo no altera ni favorece el crecimiento de otros (Adams & Moss, 2008, p.97)

#### **7.12. Factores extrínsecos.**

Los factores extrínsecos, son factores medioambientales que pueden influenciar a los microorganismos durante el proceso de elaboración y conservación. Corresponden a:

temperatura que clasifica a los microorganismos en Psicrófilos, Psicrotrofos, Mesófilos, Termófilos e Hipertermófilos; humedad relativa (vapor de agua disperso en el aire); y composición de la atmósfera, principalmente del oxígeno, que los clasifica en Anaerobios estrictos o facultativos y aerobios estrictos o facultativos (Massaguer, 2014, p.79).

### **7.13. Factores explícitos.**

Los factores explícitos o provenientes de los procesos industriales de los alimentos son aquellos que pueden afectar a los microorganismos durante el proceso o almacenamiento del producto, dando oportunidad a contaminaciones cruzadas y desarrollo o muerte de microorganismos benefactores (Páez, 2016, p.98).

### **7.14. Parámetros cinéticos del crecimiento microbiano.**

#### **7.15. Velocidad máxima de crecimiento.**

La velocidad de crecimiento se define como el cambio en número de células o de la masa celular por unidad de tiempo. Un cultivo microbiano creciendo en equilibrio imita una reacción autocatalítica de primer orden, es decir, la velocidad del aumento de bacterias en un tiempo dado es proporcional al número o masa de bacterias presentes durante ese tiempo. (Arana, Orruño & Barcina 2010, p.74).

La velocidad de crecimiento de la biomasa se define como la cantidad de biomasa formada por unidad de tiempo de volumen de reacción. Del mismo modo, la velocidad de consumo de sustrato es la cantidad de masa de sustrato consumido por unidad de tiempo y por unidad de volumen (Tawas, 2019, p.67).

#### **7.16. Tiempo de generación.**

El tiempo de generación es el tiempo necesario para que se duplique una población bacteriana. Muchas bacterias tienen tiempos de generación de 1-3 horas, conociéndose pocos microorganismos que crezcan muy rápidamente dividiéndose en menos de 10 minutos. Otras

tienen tiempos de generación de varias horas o incluso días en condiciones más o menos cercanas a las óptimas. El tiempo de generación está directamente relacionado con la velocidad de crecimiento exponencial, que se define como la pendiente de la curva de crecimiento microbiano en la fase de crecimiento exponencial (Madigan y col., 1997) citado por Rodríguez (2016).

#### **7.17. Número de generaciones.**

El número de generaciones hace referencia a la división de la masa celular en un determinado tiempo, es un indicador del estado fisiológico de una población celular, y es usado con frecuencia para comprobar el efecto negativo o positivo sobre un tratamiento de un cultivo bacteriano (Moore, Robson & Trinci, 2011, p.37).

#### **7.18. Métodos para medir el crecimiento microbiano.**

#### **7.19. Método de recuento de células viables.**

El método utilizado para monitorizar el crecimiento de una población bacteriana es el recuento total de células viables en placa, esta técnica ha sido utilizada como referencia para monitorizar el crecimiento microbiano o para calcular el número de supervivientes a un determinado tratamiento. Este método suele implicar la dilución decimal de las muestras en un medio líquido y la posterior siembra de las diluciones pertinentes en un medio de cultivo con agar, bien general o bien específico, ya sea en superficie o en profundidad (Aguirre, 2012, p.74)

Los microorganismos viables generarán colonias, tras la correspondiente incubación, por lo que se asume que cada una de ellas proviene de un único microorganismo, denominado unidad formadora de colonia (UFC/ml) (Anderson y Calderón, 2000) citado por Rodríguez (2015).

#### **7.20. Sistema Petrifilm.**

Es un sistema de siembra todo en uno. Los ingredientes varían de una placa a otra dependiendo de los microorganismos de interés. En lugar de una placa de Petri, los Petrifilm hace uso de

película de plástico delgada como soporte del medio de cultivo, generalmente, comprende un agente gelificante soluble en agua fría, los nutrientes y los indicadores para la actividad y la enumeración. Después de la incubación, las colonias típicas se pueden contar ya sea manualmente (facilitado por la rejilla en el fondo de la película y de colonias de color característico) o automáticamente (Ortega, 2014, p.67).

### **7.21. Recuento microscópico directo.**

Se utilizan cámaras de recuento (Neubauer, Petroff-Hausser), la suspensión microbiana se coloca en la cavidad cuadrículada de dimensiones conocidas y se tapa con él cubre objeto, como se conoce el área de las cuadrículas y la altura de la cámara de recuento, el volumen ocupado por la suspensión en cada cuadrícula queda determinado, para obtener el número de microorganismos por ml de suspensión, se requiere contar el número de organismos en varias cuadrículas, calcular la cifra media de recuento por cuadrícula y multiplicar por el factor de conversión correspondiente (Olof, 2008, p.31).

### **7.22. Microbiología de las bebidas fermentadas.**

#### **7.23. Bacterias ácido lácticas.**

Son bacterias débilmente proteolíticas y lipolíticas, es decir son suaves ya que tienen poca tendencia a la producción de sabores amargos, están presentes en el intestino y el tracto reproductor. Existen 16 géneros, de las cuales 12 están presentes en el campo de la alimentación, algunos de los géneros más importantes son *Lactococos*, *Leuconostoc*, *Streptococos*, *Lactobacilos*, *Pediococos* y *Enterococos* (Estévez, 2011, p.45)

La mayoría de estas bacterias crecen a una temperatura de 35 a 40 °C, pero algunas cepas crecen de 18 a 22 °C, el pH óptimo de crecimiento es de 4,0 a 4,5, aunque ciertas cepas pueden crecer en un pH tan bajo como 3,2 o superior a 9,0. (Fula, 2010, p.45).

El metabolismo de estas bacterias puede ser homofermentativo, con una producción de ácido láctico del 95 % o heterofermentativo, donde se produce ácido láctico, ácido acético, etanol y dióxido de carbono. Además las bacterias ácido lácticas producen unas sustancias llamadas

bacteriocinas, que actúan como antimicrobianos, al igual que ácidos y peróxido de hidrógeno (Bamforth, 2007, p.69)

#### **7.24. Mohos.**

Los mohos son generalmente ciertos hongos multicelulares filamentosos, dotados de un micelio, que es un conjunto de filamentos tubulares microscópicos, denominados hifas. Estos microorganismos se identifican en los alimentos por su aspecto algodonoso o aterciopelado (Escudero & Grijalva, 2014, p.91).

Estos microorganismos están relacionados con la descomposición de los alimentos, sin embargo, otras especies son utilizadas para el procesamiento de los alimentos en la producción de enzimas y aditivos alimentarios (Ray & Bhunia, 2010, p.34).

#### **7.25. Levaduras.**

Las levaduras son hongos microscópicos unicelulares, pueden ser ovoides, globosas, piriformes, alargadas o casi cilíndricas, cada célula mide aproximadamente 5µm de longitud, cuando crecen un medio sólido forman colonias similares a las colonias bacterianas. Estos microorganismos crecen en un pH entre 2,5 y 8,5 a una temperatura entre 18 y 22°C y una actividad de agua de 0,90 (Fula, 2010, p.56).

Poseen capacidad para flocular, producir y tolerar el alcohol, además vigor en la fermentación de azúcares y son tolerantes a altas temperaturas (Baltes, 2007, p.61).

#### **7.26. Tipos de respiración celular.**

##### **7.26.1. Respiración celular aerobia.**

Es aquella que se realiza en presencia de oxígeno; el ácido pirúvico se oxida totalmente, dividiéndose el proceso en dos fases: la primera fase, el ácido pirúvico es fraccionado y oxidado hasta liberar CO<sub>2</sub>; el hidrógeno unido a las coenzimas es transferido a la segunda fase al oxígeno

molecular, formando finalmente agua, dióxido de carbono y ATP (Limón, Mejía, & Aguilera, 2012) citado por López (2015).

#### **7.26.2. Respiración celular anaerobia.**

La respiración anaeróbica es un proceso biológico de óxido reducción de los monosacáridos, en el proceso anaeróbico no se usa oxígeno, sino la misma función emplea otra sustancia oxidante distinta a la existente (Macfaddin, 2015, p.1)

#### **7.27. Fermentación.**

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta del alimento, totalmente anaerobio siendo el producto final un compuesto orgánico. El combustible más común para la fermentación es el azúcar, especialmente la glucosa, también pueden usarse otros sustratos orgánicos (aminoácidos, ácidos orgánicos, entre otros), dependiendo del producto final de la fermentación (Puerta, 2010, p.67).

##### **7.27.1. Tipos de fermentación.**

##### **7.27.2. Fermentación acética.**

Es la transformación que realizan las bacterias, generalmente del género *Acetobacter* (bacterias aeróbicas), estas bacterias transforman el etanol en ácido acético y agua en presencia. La temperatura ideal del proceso de fermentación acética está entre los 28 y los 30 °C. A mayor temperatura la enzima alcohol deshidrogenasa se destruye (Bailón, 2012, p.49).

##### **7.27.3. Fermentación alcohólica.**

La fermentación alcohólica es un proceso que se da en ausencia de oxígeno donde los microorganismos procesan los carbohidratos. Es el proceso realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias, estos microorganismos transforman el azúcar en alcohol etílico y

dióxido de carbono. En productos como el pan la cerveza y el vino se emplea el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* (Campos, 2002) citado por López (2015).

#### **7.27.4. Fermentación butírica.**

La fermentación butírica (descubierta por Louis Pasteur) es la conversión de los glúcidos en ácido butírico por acción de bacterias de la especie *Clostridium butyricum* en ausencia de oxígeno. Se produce a partir de la lactosa con formación de ácido butírico y gas. Es característica de las bacterias del género *Clostridium* y se caracteriza por la aparición de olores pútridos y desagradables. Se puede producir durante el proceso de ensilado si la cantidad de azúcares en el pasto no es lo suficientemente grande como para producir una cantidad de ácido láctico que garantice un pH inferior a 5 (Benavides & Karina, 2013, 67).

#### **7.27.5. Fermentación láctica.**

Es la que se realiza mediante las bacterias *Lactobacilacea* y *Enterobacteriaceae*, algunos protozoos, esta consiste en la obtención de ácido láctico a partir de azúcares. En esta fermentación el piruvato producido en la glicolisis se transforma en ácido láctico mediante la enzima lactatodeshidrogenasa (Puerta, 2013, p.90).

### **7.28. Factores de control en la fermentación.**

#### **7.28.1. PH.**

La acidez o alcalinidad de una solución se expresa por su pH en una escala de 0 a 14. Es importante recordar que el pH es una función logarítmica, un cambio en una unidad de pH representa un cambio de diez veces en la concentración de iones hidrógeno. Cada organismo tiene un rango de pH dentro del cual es posible el crecimiento y normalmente posee un pH óptimo bien definido. El pH tiene un marcado efecto en la velocidad de crecimiento y en el rendimiento de las fermentaciones, tiene una gran influencia en los productos finales del metabolismo anaerobio (Zurita, 2011, p.56).

### **7.28.2. Concentración de sustrato.**

El mosto para fermentación alcohólica debe tener una concentración entre 12 a 22 °brix, pues si la concentración de °brix es muy bajo el grado alcohólico obtenido será pobre, por lo contrario si la concentración de °brix es muy alto la fermentación no se efectúa, pues la presión osmótica que se ejerce sobre las levaduras es grande y no permite que actúen sobre los azúcares, este componente es lo que se denomina como sustrato limitante de la velocidad de crecimiento o simplemente sustrato limitante del crecimiento, el sustrato limitante del crecimiento es a menudo la fuente de carbono o de nitrógeno aunque en algunos casos es el oxígeno u otro oxidante como los nitratos (Mora, 2014, 87).

### **7.28.3. Acidez total.**

Es la valoración química del contenido de las sustancias ácidas presentes en las muestras, que incluyen los ácidos acéticos, málico, láctico, cítrico, succínico y otros compuestos. La acidez actual representa a los grupos H<sup>+</sup> libres, mientras que la acidez potencial incluye todos aquellos componentes que por el medio de titulación grupos H<sup>+</sup> al medio (Single, 1997) citado por Páez (2016).

### **7.28.4. Grados alcohólicos.**

El grado alcohólico es el contenido de alcohol etílico expresado en volumen de alcohol por 100 mL de bebida. Los métodos de determinación se basan en la destilación del alcohol etílico y otros componentes volátiles (metanol, alcohol isopropílico, aldehídos, esterés) el enrase a un volumen determinado y la medida de la densidad o el índice de refracción (INEN 0340, 1994, p.3).

### **7.29. Bebidas ancestrales.**

Las bebidas ancestrales son propias de los indígenas, las que fueron fruto de las haciendas cañeras coloniales y republicanas y las traídas por los peninsulares. También se exhiben las

ritualidades y los espacios de consumo de aquellos zumos, las redes de producción y contrabando de las bebidas espirituosas en tiempos coloniales (Gómez & Gúzman, 2015, p.29).

### **7.29.1. La chicha en el Ecuador.**

En los tiempos del descubrimiento y de la conquista, los españoles se asombraban de la importancia que tenía la chicha en las celebraciones comunitarias y de la manera tan singular como se elaboraba: las mujeres del grupo, muchas veces las más viejas, masticaban los granos del maíz para acelerar la fermentación, y después lo cocinaban para hacer una bebida un poco espesa, que bebían para festejar los grandes acontecimientos (Jurado, Ramírez, & Aguirre, 2013, p.56).

La actividad de elaboración de chicha es importante para el sustento de las familias campesinas, genera importantes beneficios económicos y socioculturales. Ésta puede ser elaborada a partir de diferentes materias primas de acuerdo al lugar. Una de las mayormente conocidas y cuyo valor cultural es muy grande, es la chicha de jora especial, elaborada en Perú, la cual se obtiene a partir de la materia azucarada contenida en el mosto de malta de maíz (Farinango, 2015, p.56).

#### **7.29.1.1. Tipos de chicha.**

##### **7.29.1.2. Chicha de jora.**

La chicha de jora es una bebida realizada con maíz germinado endulzada con panela. La chicha adquiere su sabor característico por la fermentación de la fruta con el dulce de caña, la canela, clavo de olor y pimienta dulce (Parreño, 2016, p.45).

##### **7.29.1.3. Chicha huevona.**

La chicha huevona es muy tradicional en la provincia de Chimborazo, el nombre a los ingredientes adicionales a la chicha de jora: huevos, cerveza, una copa de licor de puntas y azúcar (Padilla, 2010, p.7).

#### **7.29.1.4. Chicha yamor.**

La chicha yamor es una bebida muy especial que se consume en las principales festividades andinas. Esta bebida se la elabora con siete variedades de maíz: maíz amarillo, maíz negro, maíz blanco, chulpi, canguil, morocho y jora, así como también se incluye panela, hierbaluisa y piña (Terán, 2014, p.104).

#### **7.29.1.5. Chicha de yuca.**

La chicha de yuca también es conocida por los indígenas como Casire. El proceso de elaboración de esta bebida es cocinar la yuca, luego la mastican y escupen para después dejarla fermentar, obteniendo un líquido amarillo listo para ser bebido (Rodríguez, 2015, p.89).

#### **7.29.1.6. Chicha de chonta.**

La chicha de chonta es una bebida fermentada, que se prepara con el chontaruro; y de la fiesta de la chonta, que se celebraba en el tiempo de la cosecha. La chonta y todo lo que con ella se relaciona, es de notable incidencia y muy rico de contenido cultural en la vida y sentir del Pueblo Shuar (Tubón, 2014, p.75).

#### **7.30. Chonta (*Bactris gasipaes*).**

Es una planta de la familia de las arecáceas (la de las palmeras). Ha sido cultivado y consumido desde hace 2000 años en Latinoamérica como alimento de alto valor nutricional por las poblaciones asentadas en las zonas cálidas y húmedas de centro y sur América (Guzmán, 2011, p.205).

Los racimos originados por las inflorescencias a la maduración puede contener de 80 a 250 frutos y pesar 10 a 15 Kg, cada fruto puede pesar entre uno y más de 100 gr en la mayoría de los casos son de color amarillo, naranja o rojo, opacos o brillantes según la variedad (Corpoica, 2002) citado por Villena (2015).

Las raíces son generalmente laterales y superficiales, gruesas y sin pelos, forman una red tupida de aproximadamente 10 m; depende de las micorrizas para la toma de nutrientes (especialmente fósforo) a menor temperatura y mayor sombra más se favorece la formación de micorrizas (Guzmán. 2011, p.26).

### **7.30.1. Descripción botánica.**

La botánica científica especializada en la descripción de vegetales, le ha otorgado la siguiente clasificación taxonómica:

Nombre Científico: *Bactris gasipaes* H.B.K.

Nombre Común: Chontaduro.

Tipo: Fanerógamas.

Clase: Monocotiledóneas

Sub clase: Micrانتinas

Orden: Epandiciflorineas.

Familia: Arecaceae

Género: *Bactris*

Especie: *gasipaes* H.B.K.

### **7.30.2. Usos de la chonta (*Bactris gasipaes*).**

En los últimos años se han desarrollado, diferentes estudios que evalúan el uso del chontaduro en la alimentación humana y animal como una nueva alternativa de materia prima para la preparación de harinas y concentrados que puedan satisfacer los requisitos de las personas y diferente especies animales (Restrepo, Vinasco, & Estupiñán, 2012, p.129).

Además de comerse cocinados con sal o miel, los frutos de chontaduro también son elaborados de diversas maneras, que incluyen harinas, pastas y chicha. Del chontaduro también se pueden extraer otros productos comestibles adicionales. Por ejemplo, de la semilla se saca aceite para

cocinar. Y de los brotes jóvenes de la palmera se sacan palmitos (Escobar, Velásquez & Gutiérrez, 2012, p.31).

La mayoría de chontaduro que se produce en la zona oriental, se consume en el mercado local principalmente en ventas callejeras como fruta fresca, cocinada o como bebida fermentada (chicha), aunque cabe recalcar que existen pequeñas industrias que están sacando derivados como mermeladas o en conservas (Villena, 2015, p.76).

### **7.30.3. Distribución de la chonta en el Ecuador.**

Las plantaciones de la chonta en el Ecuador encontramos a lo largo de la Amazonía tanto en las provincias de Morona Santiago, Napo, Pastaza de una manera esporádica destinados al consumo de los habitantes más no de comercialización. Y en cuanto a la región Costa se encuentra específicamente en las provincias de Carchi, Esmeraldas, En todas las regiones donde se cultiva este fruto es de gran importancia económica ya que es una fuente alimenticia de sus habitantes durante una parte del año (Tamayo & Román, 2010, p.99).

### **7.31. Marco conceptual o glosario de términos.**

**Acidez:** Es la cualidad de un ácido. Pueden presentar características tales como sabor agrio, liberación de hidrógeno, o pH menor que 7 a 25 °C.

**Ancestral:** Pertenece o relativo a los antepasados, también se utiliza para referirse a un grupo de antepasados relacionados a un ascendiente directo como puede ser una familia, o etnia del cual desciende un grupo o un individuo.

**Bacterias ácido lácticas:** Microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. Las BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos.

**Chicha:** Bebida fermentada generalmente de maíz tostado, chancaca y otros ingredientes según cada zona.

**Chonta:** Es una planta de la familia de las palmeras, que llega a medir hasta 20 metros de alto.

**Cinética:** Rama de la dinámica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan

**Crecimiento:** Es un componente esencial de la función microbiana, ya que una célula tiene un periodo de vida determinado y la especie se mantiene como resultado del crecimiento continuo de la población celular

**Cultivo:** Es un método para la multiplicación de microorganismos, tales como lo son bacterias, donde se prepara un medio óptimo para favorecer el proceso deseado, un cultivo es empleado como un método fundamental para el estudio de las bacterias y otros microorganismos.

**Etanol:** Es un tipo de compuesto químico, conocido popularmente como alcohol etílico, el cual en una situación de presión y de temperatura normal, se caracteriza por ser un líquido incoloro e inflamable en un punto de ebullición de 78 °C.

**Fase de declinación o muerte:** El número de células que mueren es mayor que el número de células que se dividen.

**Fase de latencia:** Período de adaptación de un microorganismo a un nuevo medio de cultivo.

**Fase estacionaria:** Esta fase se caracteriza por un valor constante del número de bacterias a medida que la tasa de crecimiento de las bacterias se iguala con la tasa de muerte bacteriana.

**Fase exponencial o logarítmica:** Aumento regular de la población que se duplica a intervalos regulares de tiempo.

**Fermentación:** Proceso químico, degradación anaeróbica de los compuestos orgánicos realizada por las enzimas de ciertos microorganismos llamados fermentos.

**Grados alcohólicos:** La graduación alcohólica o grado alcohólico volumétrico de una bebida alcohólica es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 °C. Se trata de una medida de concentración porcentual en volumen.

**Inoculación:** La introducción de microorganismos vivos, muertos o atenuados, en un organismo de forma accidental o voluntaria.

**Levadura:** Hongo del grupo levaduras. Se emplea para la fermentación en la fabricación de pan, vino y cerveza.

**Masato:** En el oriente del Perú, bebida alcohólica hecha de yuca fermentada.

**Microorganismos:** Son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio, en este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos que pululan por el planeta tierra.

**Mohos:** Son hongos filamentosos de pequeño tamaño que crece en la superficie de los alimentos y otros materiales orgánicos, en condiciones de humedad o descomposición. Forma una capa de color negruzco, verdoso o blanco.

**Muestra:** Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación.

**Muestreo:** Es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población, consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población.

**pH:** Indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.

**Recuento:** Es una técnica común, rápida y barata que utiliza un equipamiento fácilmente disponible en un laboratorio de microbiología, para estos recuentos se utilizan generalmente cámaras de recuentos, aunque también pueden realizarse a partir de muestras filtradas en membranas y transparentadas o teñidas con colorantes fluorescentes.

**Respiración aerobia:** La respiración aerobia es un conjunto de reacciones mediante las cuales el ácido pirúvico producido por glucólisis se desdobla a bióxido de carbono y agua, y se producen grandes cantidades de ATP, utiliza la glucosa como combustible y el oxígeno como aceptor final de electrones.

**Respiración anaerobia:** En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico proveniente de la glucólisis, se oxida totalmente en la mitocondria.

**Sólidos solubles:** Es una unidad de cantidad (símbolo °Brix) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Brix contiene 25 g de sólido disuelto por 100 g de disolución total.

**Solución:** Es una mezcla homogénea de dos o más sustancias. La sustancia disuelta se denomina soluto y la sustancia donde se disuelve se denomina disolvente.

**Sustrato:** Un estrato que subyace a otro y sobre el cual está en condiciones de ejercer algún tipo de influencia, el estrato hace referencia a una capa o nivel de algo, o al conjunto de elementos que se integra con otros previos para la formación de una entidad.

## **8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS.**

### **8.1. ¿Se establecerá el crecimiento de los microorganismos presentes en el proceso de fermentación del masato de chonta?**

El crecimiento de los microorganismos se estableció mediante la cuantificación de las colonias durante el proceso de fermentación del masato de chonta y se realizó el cálculo de las UFC/mL, donde se evidenció la cantidad de microorganismos en etapa inicial, etapa intermedia y en etapa final de las bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras.

### **8.2. ¿Se podrá determinar los parámetros del crecimiento poblacional de bacterias ácido lácticos, mohos y levaduras?**

Los parámetros cinéticos del crecimiento poblacional de las bacterias ácido lácticos, mohos y levaduras se determinó en función de la fase exponencial, donde se identificó el tiempo que dura esta fase y en función de ello se calculó la velocidad máxima de crecimiento, tiempo de generación y número de generaciones.

### **8.3. ¿Se logrará medir los parámetros físicos - químicos durante la fermentación del masato de chonta?**

Los parámetros físico-químicos fueron evaluados durante dos días, tiempo que duró la fermentación del masato de chonta para ellos se registraron los datos cada 6 horas y por

duplicado con el fin de obtener datos más confiables de pH, sólidos solubles (°brix), acidez (% de ácido láctico), grados alcohólicos (% v/v alcohol).

## **9. METODOLOGÍA.**

### **9.1. Tipos de investigación.**

#### **9.1.1. Investigación descriptiva.**

El objetivo de este tipo de investigación es únicamente establecer una descripción completa de un fenómeno, mide las características, observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos.

La investigación descriptiva ayudó a describir de manera correcta y eficiente la cinética de crecimiento de microorganismos y los cambios físico - químicos ocurridos durante el proceso de fermentación del masato del chonta.

#### **9.1.2. Investigación bibliográfica.**

La investigación bibliográfica o documental consiste en la revisión de material bibliográfico existente con respecto al tema a estudiar, se trata de uno de los principales pasos para cualquier investigación e incluye la selección de fuentes de información.

Con este tipo de investigación se recopiló información adecuada en fuentes confiables acerca de las bebidas ancestrales, la planta de chonta, fermentación de la chicha y la cinética crecimiento de los microorganismos.

#### **9.1.3. Investigación de campo.**

Es un tipo de investigación aplicada sirve para comprender y resolver alguna situación concreta, problema o necesidad en un determinado contexto, se trabaja en un ambiente natural para que los datos a recabar estén lo menos contaminados posibles.

Esta investigación fue utilizada para recopilar información directa de la asociación “Agua Viva” de la parroquia Madre Tierra donde se realizó el muestreo, también, se conoció el proceso de elaboración de la chicha de chonta.

## **9.2. Métodos de investigación.**

### **9.2.1. Método descriptivo.**

Es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tienen como objetivo la evaluación de algunas características de una población o situación en particular; la descripción implica la observación sistemática del objeto de estudio y catalogar la información que es observada para que pueda usarse y replicarse por otros.

Con la ayuda de este método se describió el crecimiento de las bacterias ácido láctico, mohos, levaduras, donde se observó la fase de latencia, fase exponencial o logarítmica, fase estacionaria y fase de muerte, además, se determinó los parámetros cinéticos y se detalló los cambios físico – químicos durante la fermentación del masato de chonta.

### **9.2.2. Método analítico.**

El método analítico consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno, este método puede explicar y comprender mejor el fenómeno de estudio, además de establecer nuevas teorías.

Este método fue de gran importancia para el estudio de las bebidas ancestrales ya que permitió analizar el crecimiento de microorganismos durante la fermentación del masato de chonta para posteriormente comparar los resultados bibliográficamente.

### **9.3. Técnicas de investigación.**

#### **9.3.1. La observación.**

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Esta técnica fue utilizada para observar el proceso de elaboración de la chicha chonta en la asociación “Agua Viva” de la parroquia Madre Tierra, allí los habitantes impartieron sus conocimientos sobre las bebidas tradicionales elaboradas en el sector y la relevancia cultural que estas tienen.

### **9.4. Instrumentos de investigación.**

#### **9.4.1. Fichas de registros.**

Son los instrumentos de documental que permiten registrar los datos significativos de procesos o tomar datos de fuentes consultadas.

Este tipo de instrumento se utilizó para anotar datos relevantes obtenidos durante el proceso de fermentación del masato de chonta en la asociación “Agua Viva”, también, para registrar la cuantificación de las colonias y los datos de los parámetros físico - químicos que fueron analizados en el Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

## **9.5. Metodología de la cinética del crecimiento de microorganismos durante la fermentación del masato de chonta.**

### **9.5.1. Equipos**

- Refrigeradora
- Calentador
- Balanza analítica
- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Contador de colonia
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Acidómetro

### **9.5.2. Materiales y suministros**

- Placas 3M® Petrifilm™ para el recuento de mohos y levaduras.
- Placas 3M® Petrifilm™ para el recuento bacterias ácido lácticas.
- Agua de peptona.
- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína.
- Alcohol antiséptico.
- Jabón neutro.
- Geles.
- Erlenmeyer
- Pipetas graduadas
- Vasos de precipitación.
- Tubos de ensayo.
- Frascos para muestras.

- Gradilla.
- Papel aluminio.
- Papel absorbente.

### 9.5.3. Materia prima.

- Masato de chonta.

## 9.6. Desarrollo de la investigación.

A continuación, se detalla el proceso de la cinética de crecimiento de los microorganismos presentes en el masato de chonta durante el proceso de fermentación (2 días).

### 9.6.1. Muestreo.

**Fotografía 1.** Muestreo.



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

El muestreo se efectuó en base a la NTE INEN 0339:1994. Las muestras fueron recolectadas en la Parroquia “Madre Tierra” en la asociación de bebidas ancestrales “Agua Viva”; para la toma de muestras el producto fue homogenizado antes del muestreo, se extrajo 250 g de masato de chonta cada 6 horas, por duplicado durante dos días y fueron añadidos a frascos estériles etiquetados con fecha, hora, número de muestra y almacenados a 4 °C.

### 9.6.2. Transporte de las muestras.

**Fotografía 2.** Transporte de las muestras.



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

Las muestras se transportaron en una caja térmica cubiertas por geles manteniendo la cadena de frío  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; el análisis microbiológico y físico-químico se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### 9.6.3. Análisis microbiológico: Método de recuento en placas de células viables.

#### 9.6.3.1 Esterilización de materiales de laboratorio.

**Fotografía 3.** Esterilización de materiales de laboratorio.

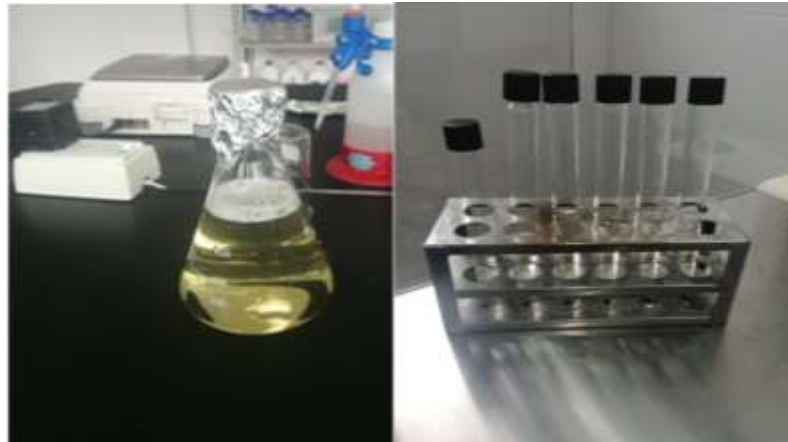


**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

Para mantener la esterilidad al momento de la siembra de los microorganismos se esterilizó material de vidrio en la autoclave a temperatura de  $121\text{ }^{\circ}\text{C}$  con un tiempo de exposición de 15 minutos, con el fin de eliminar la carga microbiana.

### 9.6.3.2. Preparación de los tubos de ensayo para las disoluciones.

**Fotografía 4.** Preparación de los tubos de ensayo para las disoluciones.



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

La solución para los tubos de ensayo fue preparada con 17,28 g de agua de peptonada bufferada y 864 mL de agua destilada, se tomó 9 mL de la solución y se añadió a cada tubo hasta completar 96 tubos, estos fueron esterilizados en la autoclave.

### 9.6.3.3. Siembra e incubación en placas Petrifilm™.

**Fotografía 5.** Siembra e incubación en placas Petrifilm™.



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

La siembra de los microorganismos se efectuó en una cámara de flujo laminar con el fin de garantizar esterilidad, las muestras fueron filtradas (masato de chonta) para después pipetear 1 mL y añadir al primer tubo de ensayo, siendo esta la dilución  $10^{-1}$ , luego, se tomó 1 mL de la

dilución  $10^{-1}$  y se transfirió al siguiente tubo de ensayo que contenía 9 mL de agua peptonada, esta disolución fue  $10^{-2}$ , este mismo procedimiento se volvió a repetir con diluciones posteriores utilizando una pipetas estériles hasta llegar a la disolución  $10^{-6}$ , con el fin de obtener un número realista de microorganismos por mL.

Se obtuvieron disoluciones homogenizadas de cada muestra en los tubos y se realizó la siembra por duplicado de cada disolución, para ello se tomó 1ml de la solución y se añadió a las placas Petrifilm™ con medios de cultivos selectivos; la incubación se efectuó de acuerdo a las condiciones requeridas de los microorganismos que se detalla en la Tabla 2.

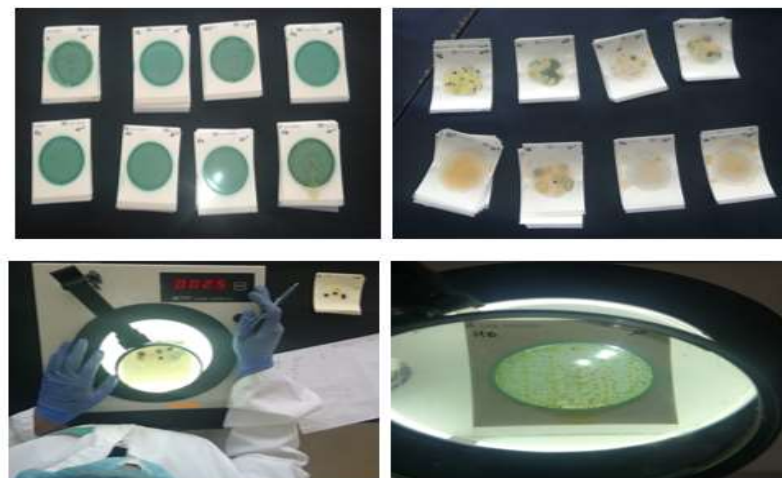
**Tabla 2.** Medio de cultivos y condiciones de incubación de los microorganismos para placas Petrifilm™.

Microorganismos	Medio de cultivo	Temperatura	Tiempo
Bacterias ácido lácticas	Agar MRS	28 °C	48 horas
Mohos	Agar PDA + 40 ppm de gentamicina	22 °C	5 días
Levaduras	Agar PDA + 40 ppm de gentamicina	22 °C	5 días

Fuente: Wu, Cheung, Wong & Huang (2013).

#### 9.6.3.4. Cuantificación.

**Fotografía 6.** Cuantificación de colonias.



Fuente: Tipantuña N. (2020).

Para la cuantificación de la población microbiana se aplicó la técnica de recuento en placa según las indicaciones establecidas por Ahmed & Carlstrom (2008). El recuento de los microorganismos se realizó con un contador de colonias electrónico donde se visualizaron las células viables de las bacterias ácido lácticas sin importar el tamaño o la intensidad del color rojo, se tomó en cuenta aquellas placas entre 30 y 300 colonias las que no estaba dentro de este rango fueron desechadas; para el caso de mohos (blancos) y levaduras (azules) se cuantificó aquellas placas entre 15 a 150 colonias las demás fueron excluidas. Los resultados de la cuantificación se detallan en los Anexos 3.

### 9.6.3.5. Cálculos y resultados de los parámetros cinéticos.

#### 9.6.3.6. Unidades formadoras de colonias.

Los resultados de la cuantificación se expresaron como unidades formadoras de colonias por unidad de volumen (UFC/mL) y estos fueron calculados mediante la ecuación de Ahmed & Carlstrom (2008). Los resultados de las unidades formadoras de colonias se detallan en el Anexo 4.

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{Número de colonias de la placa} * \text{Factor de dilución}}{\text{Volumen del inóculo}}$$

Ecu.1

**Dónde:**

**UFC/mL:** Unidades formadoras de colonias/mL.

**Número de colonias de la placa:** Numero de la cuantificación de las colonias.

**Factor de dilución:** Inverso del factor de dilución.

**Volumen del inóculo:** 1 ml de la muestra.

### 9.6.3.7. Velocidad de crecimiento.

Para establecer la velocidad de crecimiento de los microorganismos durante el proceso de fermentación, se identificó la fase logarítmica o exponencial de crecimiento; pues en esta fase, el crecimiento celular aumenta proporcionalmente con relación al tiempo. Los resultados de la velocidad de crecimiento se detallan en el Anexo 11.

$$\mu_{max} = \frac{\ln X_1 - \ln X_0}{t} \quad \text{Ecu. 2}$$

**Dónde:**

$\mu_{max}$ : Velocidad máxima de crecimiento ( $\text{h}^{-1}$ )

$\ln X_1$ : Concentración final de microorganismos.

$\ln X_0$ : Concentración inicial de microorganismos.

$t$ : Variación de tiempo (h).

### 9.6.3.8. Tiempo de generación.

El tiempo de generación se define como el tiempo en que se duplica la población microbiana en la fase exponencial. Los resultados del tiempo de generación se detallan en el Anexo 11.

$$tg = \frac{\ln 2}{\mu_{max}} \quad \text{Ecu. 3}$$

**Dónde:**

$tg$ : Tiempo de duplicación (h)

$\ln 2$ : 0,693

$\mu_{max}$ : Velocidad máxima de crecimiento ( $\text{h}^{-1}$ )

### 9.6.3.9. Número de generaciones.

El número de generaciones se calcula en la fase exponencial dando lugar a divisiones celulares en determinado tiempo. Los resultados del número de generaciones se detallan en la Anexo 11.

$$n = \frac{\ln X_1 - \ln X_0}{0,693} \quad \text{Ecu. 3}$$

#### Dónde:

**n:** Número de generaciones.

**$\ln X_1$ :** Concentración final de microorganismos.

**$\ln X_0$ :** Concentración inicial de microorganismos.

**0,639:** Constante de (ln2).

## 9.7. Análisis físico - químico del masato de chonta.

Los parámetros físico - químico fueron evaluados cada 6 horas durante dos días, tiempo que perdura la fermentación del masato de chonta.

### 9.7.1. Determinación de pH, método de potenciómetro.

**Fotografía 7.** Determinación de pH.



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

Para determinar el pH se realizó el procedimiento en base a la NTE INEN 2325: 2002. El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14.

### Procedimiento

- Filtrar la muestra hasta que quede libre de impurezas.
- Colocar 25 mL de muestra a temperatura de 20 °C en un vaso de precipitación.
- Calibrar los electrodos del potenciómetro.
- Sumergir los electrodos en una solución buffer de pH 7.0.
- Introducir los electrodos en el vaso de precipitación con la muestra.
- Agitar y leer el valor del pH obtenido.

### Cálculo

El pH de la muestra se obtuvo directamente del valor de la lectura y se detalla en la Tabla 35.

#### 9.7.1.2. Determinación de sólidos solubles (°brix), método refractómetro.

**Fotografía 8.** Determinación de sólidos solubles (°brix).



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

La determinación de los sólidos solubles (°brix) se realizó en base a la NTE INEN 0380: 1986. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos.

### Procedimiento

- Lavar el prisma del refractómetro con agua destilada y secar con un papel absorbente.
- Filtrar la muestra hasta que quede libre de impurezas.
- Colocar 0.5 mL de la muestra filtrada en el prisma del refractómetro.
- Leer el valor del índice de refracción.

### Cálculo

La concentración de sólidos solubles de las muestras analizadas se obtuvieron directamente del valor de la lectura expresada en °Brix y estos se detallan en la Tabla 35.

#### 9.7.1.3. Determinación de acidez titulable (% de ácido láctico).

**Fotografía 9.** Determinación de acidez titulable (% de ácido láctico).



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

Para determinar la de acidez titulable (% de ácido láctico), se realizó el procedimiento en base a la Norma NTE INEN 2323:2002. La acidez representa la suma de las sustancias ácidas valorables, determinadas por titulación de una muestra con solución de hidróxido de sodio 0,1N; el resultado se expresa en % de ácido láctico y se detalla en la Tabla 35.

### Procedimiento

- Calentar 250 mL de agua destilada con 25 mL de muestra filtrada por 1 minuto.
- Retirar la fuente de calor, agitar el contenido del recipiente y enfriar rápidamente a temperatura ambiente.

- Extraer 25 mL de la disolución, añadir a la solución fría 5 gotas de fenolftaleína y valorar con hidróxido de sodio 0,1N.
- Continuar la valoración hasta la aparición de un color rosado pálido y leer la lectura de la bureta.

### Cálculo

La acidez se calculó como “% de ácido láctico” mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{N \times V \times 0,9}{v} \quad \text{Ecu. 5}$$

### Dónde:

**N:** Normalidad de la solución de NaOH usado para titular (0,1N).

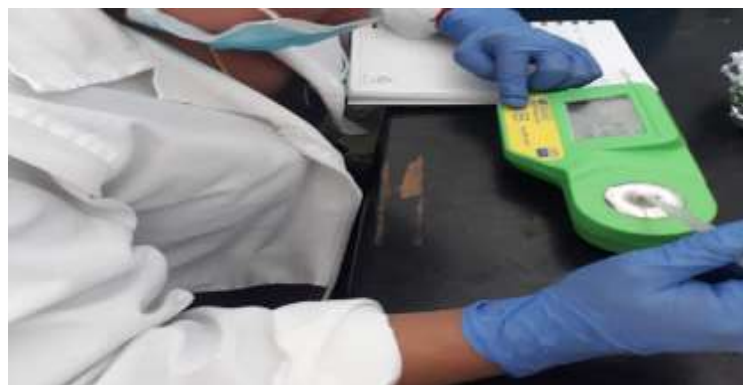
**V:** Volumen de la solución NaOH usado para titular.

**v:** Volumen de la muestra (25 mL).

**0,9:** mL equivalentes de una solución de ácido láctico.

#### 9.7.1.4. Determinación de grados alcohólicos (% v/v de alcohol).

**Fotografía 10.** Determinación de grados alcohólicos (% v/v de alcohol).



**Fuente:** Tipantuña N. (2020).

Los grados alcohólicos son el nivel de alcohol en porcentaje de alcohol (etanol) dentro de alguna bebida líquida, es decir es el contenido de alcohol absoluto en 100 cc.

## Procedimiento

Para determinar los grados alcohólicos (% v/v de alcohol) se utilizó el refractómetro digital Milwaukee MA884 previamente calibrado.

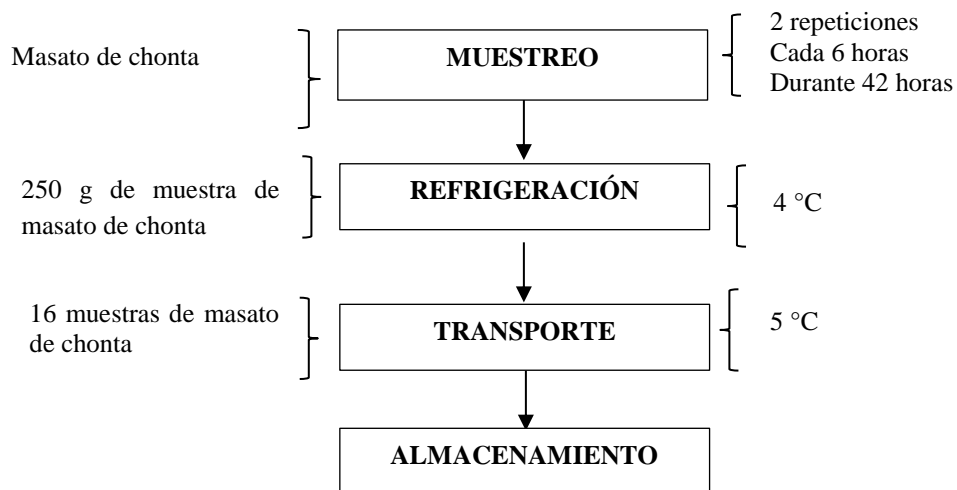
- Filtrar la muestra en condiciones asépticas.
- Con la ayuda de una pipeta tomar 0.5 mL de muestra filtrada, añadir al lente del refractómetro y registrar los datos.
- Lavar el lente del refractómetro con agua destilada.

## Cálculos

El grados alcohólicos (% v/v de alcohol) de la muestra analizada se obtiene directamente del valor de la lectura y se detalla en la Tabla 35.

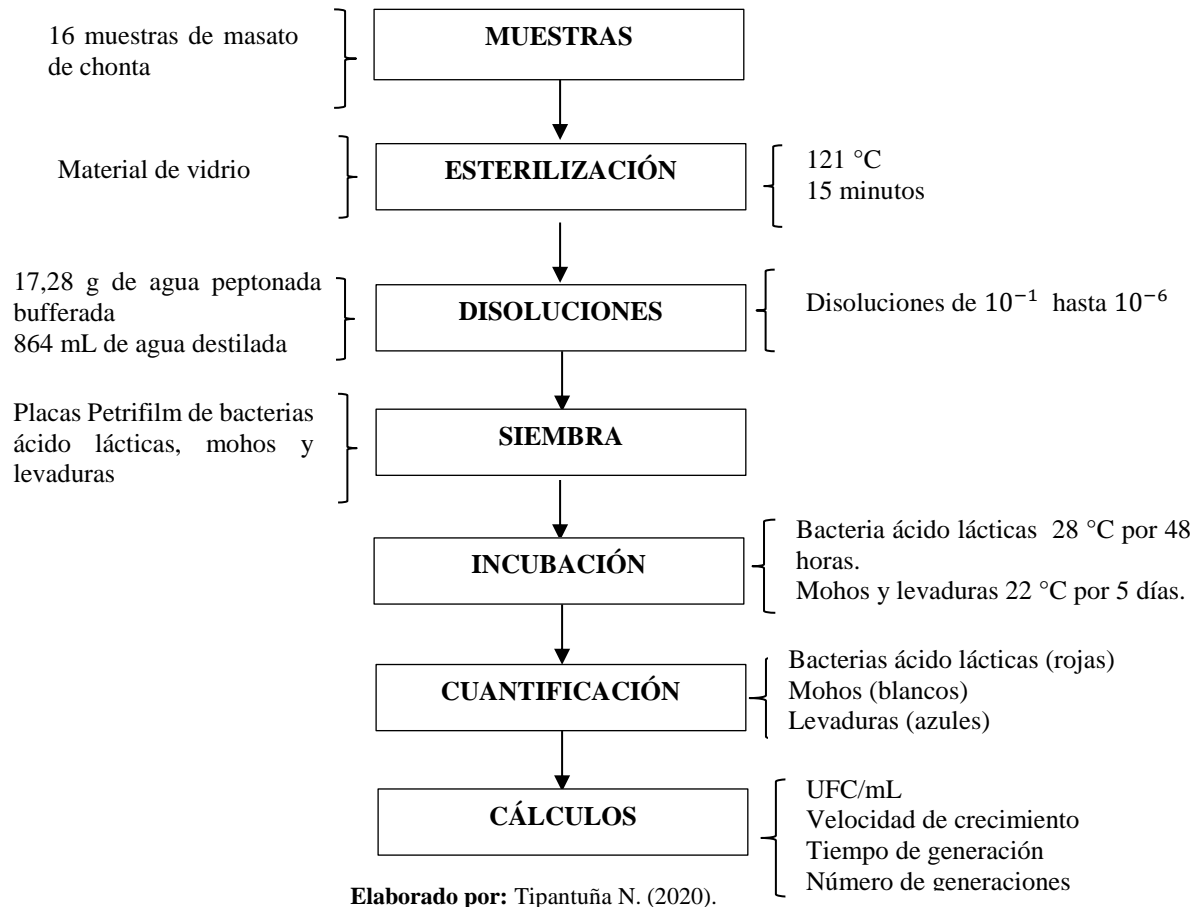
### 9.7.1.5. Cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación del masato de chonta.

**Figura 2.** Diagrama de flujo del muestreo y transporte del masato de chonta.

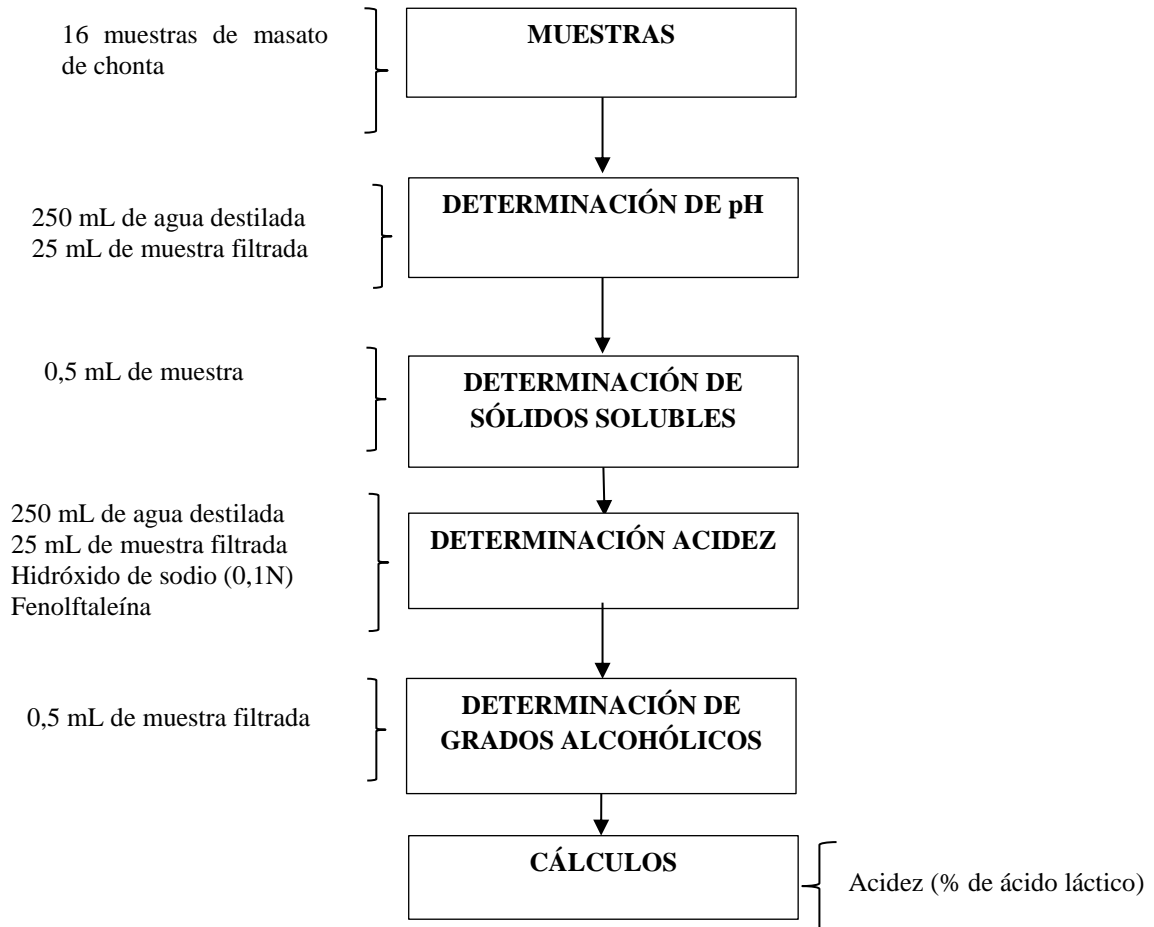


Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Figura 3.** Diagrama del análisis microbiológico: Método de recuento en placas de células viables.



**Figura 4.** Análisis físico - químico del masato de chonta.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 10.1. Carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 3.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 0 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	402	405	403,5	$4,04 \times 10^3$	3,61
$10^{-2}$	380	383	381,5	$3,82 \times 10^4$	4,58
$10^{-3}$	262	265	263,5	$2,64 \times 10^5$	5,42
$10^{-4}$	112	114	113	$1,13 \times 10^6$	6,05
$10^{-5}$	95	93	94	$9,40 \times 10^6$	6,97
$10^{-6}$	71	69	70	$7,00 \times 10^7$	7,85

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 3 se observa la carga microbiana a las 0 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia que existe mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-3}$  con 5,42 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la disolución  $10^{-3}$  tiene similitud con lo encontrado por Galecio & Haro (2012) en bebidas fermentadas a base de maíz, donde reportó 6,00 log UFC/mL en las 0 horas de fermentación.

**Tabla 4.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 6 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	420	423	421,5	$4,22 \times 10^3$	3,62
$10^{-2}$	380	376	378	$3,78 \times 10^4$	4,58
$10^{-3}$	284	287	285,5	$2,86 \times 10^5$	5,46
$10^{-4}$	100	112	106	$1,06 \times 10^6$	6,03
$10^{-5}$	87	85	86	$8,60 \times 10^6$	6,93
$10^{-6}$	67	64	65,5	$6,55 \times 10^7$	7,82

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 4 se observa la carga microbiana a las 6 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la

ecuación 1; se evidencia que existe mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-4}$  con 6,03 log UFC/mL.

En conclusión, el valor adquirido en la disolución  $10^{-4}$  tiene diferencia significativa con lo encontrado por Giles et al. (2011) en la fermentación del pulque donde reportó 6,00 log UFC/mL en las 6 horas de fermentación.

**Tabla 5.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 12 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	450	457	453,5	$4,54 \times 10^3$	3,66
$10^{-2}$	400	403	401,5	$4,02 \times 10^4$	4,60
$10^{-3}$	378	376	377	$3,77 \times 10^5$	5,58
$10^{-4}$	300	299	299,5	$3,00 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	296	294	295	$2,95 \times 10^7$	7,47
$10^{-6}$	165	162	163,5	$1,64 \times 10^8$	8,21

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 5 se evidencia la carga microbiana a las 12 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se observa mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-4}$  con 6,48 log UFC/mL.

En conclusión, este valor es comparado con el dato obtenido por Guillén & Paucar (2014) en la evaluación del maíz morado, donde reportaron crecimiento de bacterias ácido lácticas a las 12 horas de fermentación.

**Tabla 6.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 18 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	453	449	451	$4,51 \times 10^3$	3,65
$10^{-2}$	302	305	303,5	$3,04 \times 10^4$	4,48
$10^{-3}$	245	248	246,5	$2,47 \times 10^5$	5,39
$10^{-4}$	123	126	124,5	$1,25 \times 10^6$	6,10
$10^{-5}$	87	89	88	$8,80 \times 10^6$	6,94
$10^{-6}$	64	67	65,5	$6,55 \times 10^7$	7,82

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 6 se evidencia la carga microbiana a las 18 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base

a la ecuación 1; se observa mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-5}$  con 6,94 log UFC/mL.

En conclusión, el valor obtenido en la investigación es similar con lo reportado por Galecio & Haro (2012) en bebidas fermentadas a base de maíz a las 18 horas de fermentación.

**Tabla 7.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 24 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	462	465	463,5	$4,64 \times 10^3$	3,67
$10^{-2}$	402	406	404	$4,04 \times 10^4$	4,61
$10^{-3}$	378	380	379	$3,79 \times 10^5$	5,58
$10^{-4}$	256	258	257	$2,57 \times 10^6$	6,41
$10^{-5}$	200	198	199	$1,99 \times 10^7$	7,30
$10^{-6}$	134	135	134,5	$1,35 \times 10^8$	8,13

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 7 se observa la carga microbiana a las 24 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se determina mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-5}$  con 7,30 log UFC/mL.

En conclusión, el valor obtenido en la investigación es igual al reportado por Herrera, Lappe & Wache (2008) en la identificación polifásica de levaduras y bacterias ácido lácticas en el aguamiel a las 24 horas de fermentación.

**Tabla 8.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 30 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	480	482	481	$4,81 \times 10^3$	3,68
$10^{-2}$	433	435	434	$4,34 \times 10^4$	4,64
$10^{-3}$	396	394	395	$3,95 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	329	330	329,5	$3,30 \times 10^6$	6,52
$10^{-5}$	282	285	283,5	$2,84 \times 10^7$	7,45
$10^{-6}$	212	215	213,5	$2,14 \times 10^8$	8,33

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 8 se evidencia la carga microbiana a las 30 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se observa mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-5}$  con 7,45 log UFC/mL.

En conclusión, este valor es comparado con la investigación realizada por Kıvanç, Yılmaz & Çakır (2011) donde reportan un valor de 8,00 log UFC/mL a las 30 horas y se determina que existe variaciones significativas con los datos de la investigación.

**Tabla 9.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 36 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	565	563	564	$5,64 \times 10^3$	3,75
$10^{-2}$	486	483	484,5	$4,85 \times 10^4$	4,69
$10^{-3}$	395	396	395,5	$3,96 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	300	305	302,5	$3,03 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	292	289	290,5	$2,91 \times 10^7$	7,46
$10^{-6}$	245	246	245,5	$2,46 \times 10^8$	8,39

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 9 se evidencia la carga microbiana a las 36 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se determina mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-5}$  con 7,46 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es diferente al reportado por Giles et al. (2011) en la fermentación del pulque en etapa final, dicho valor varía por la materia prima utilizada en los ensayos.

**Tabla 10.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas a las 42 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	545	559	552	$5,52 \times 10^3$	3,74
$10^{-2}$	467	469	468	$4,68 \times 10^4$	4,67
$10^{-3}$	398	395	396,5	$3,97 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	302	304	303	$3,03 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	260	263	261,5	$2,62 \times 10^7$	7,42
$10^{-6}$	195	199	197	$1,79 \times 10^8$	8,29

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 10 se observa la carga microbiana a las 42 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se determina mejor crecimiento de bacterias ácido lácticas en la disolución  $10^{-5}$  con 7,42 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Rosas (2012) quien evaluó la carga microbiana de la chicha de jora en etapa final de fermentación obteniendo un valor de 8,00 log UFC/mL.

### 10.1.1. Carga microbiana final de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 11.** Carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	262	265	263,5	2,64x10 <sup>5</sup>	5,42
6	100	112	106	1,06X10 <sup>6</sup>	6,03
12	300	299	299,5	3,00X10 <sup>6</sup>	6,48
18	87	89	88	8,80X10 <sup>6</sup>	6,94
24	200	198	199	1,99X10 <sup>7</sup>	7,30
30	282	285	283,5	2,84X10 <sup>7</sup>	7,45
36	292	289	290,5	2,91X10 <sup>7</sup>	7,46
42	260	263	261,5	2,62X10 <sup>7</sup>	7,42

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 11 se detalla la carga microbiana de bacterias ácido lácticas durante la fermentación del masato de chonta, donde se reporta la cuantificación de las colonias de la repetición 1 y 2, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1.

En conclusión, al finalizar la fermentación se evidencia aumento de la carga microbiana de 7,42 UFC/mL a las 42 horas, este valor tiene similitud con lo encontrado por Guerra et al. (2009) en el aislamiento e identificación de microorganismos nativos.

### 10.2. Carga microbiana de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 12.** Carga microbiana de mohos a las 0 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
10 <sup>-1</sup>	12	14	13	1,30X10 <sup>2</sup>	2,11
10 <sup>-2</sup>	13	15	14	1,40X10 <sup>3</sup>	3,15
10 <sup>-3</sup>	15	17	16	1,60X10 <sup>4</sup>	4,20
10 <sup>-4</sup>	8	6	7	7,00X10 <sup>4</sup>	4,85
10 <sup>-5</sup>	3	4	3,5	3,50X10 <sup>5</sup>	5,54
10 <sup>-6</sup>	0	1	0,5	5,00X10 <sup>5</sup>	5,70

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 12 se observa la carga microbiana a las 0 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de mohos en la disolución  $10^{-3}$  con 4,20 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Herrera (2007) quien evaluó a las bebidas y alimentos tradicionales fermentados de México con 4,19 log UFC/mL a las 0 horas de fermentación.

**Tabla 13.** Carga microbiana de mohos a las 6 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	28	27	27,5	$2,75 \times 10^2$	2,44
$10^{-2}$	26	26	26	$2,60 \times 10^3$	3,41
$10^{-3}$	25	26	25,5	$2,55 \times 10^4$	4,41
$10^{-4}$	12	11	11,5	$1,15 \times 10^5$	5,06
$10^{-5}$	9	12	10,5	$1,05 \times 10^6$	6,02
$10^{-6}$	0	0	0	0	0

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 13 se observa la carga microbiana a las 6 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se determina mejor crecimiento de mohos en la disolución  $10^{-3}$  con 4,41 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es diferente al reportado por Hough (2009) en la evaluación de la cerveza y la malta reportando un valor de 6,41 log UFC/mL en etapa inicial de fermentación.

**Tabla 14.** Carga microbiana de mohos a las 12 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	40	42	41	$4,10 \times 10^2$	2,61
$10^{-2}$	35	33	34	$3,40 \times 10^3$	3,53
$10^{-3}$	37	38	37,5	$3,75 \times 10^4$	4,57
$10^{-4}$	22	11	16,5	$1,65 \times 10^5$	5,22
$10^{-5}$	9	6	7,5	$7,50 \times 10^5$	5,88
$10^{-6}$	0	0	0	0	0

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 14 se evidencia la carga microbiana a las 12 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se observa mejor crecimiento de mohos con 4,57 log UFC/mL.

En conclusión, este valor es comparado con lo reportado por Mayorga (2010) en el estudio del maíz nativo encontrando un valor 5,00 log UFC/mL a las 12 horas de fermentación por lo cual se determina que existe diferencia significativa con los valores reportados en la investigación.

**Tabla 15.** Carga microbiana de mohos a las 18 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	55	55	55	$5,50 \times 10^2$	2,74
$10^{-2}$	53	52	52,5	$5,25 \times 10^3$	3,72
$10^{-3}$	50	52	51	$5,10 \times 10^4$	4,71
$10^{-4}$	48	46	47	$4,70 \times 10^5$	5,67
$10^{-5}$	30	29	29,5	$2,95 \times 10^6$	6,47
$10^{-6}$	15	16	15,5	$1,55 \times 10^7$	7,19

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 15 se evidencia la carga microbiana a las 18 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se observa mejor crecimiento de mohos con 4,71 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación a las 18 horas de fermentación es diferente con lo reportado por Pomasqui (2012) quien evaluó la fermentación de la chicha jora a las 18 horas dando un resultado de carga microbiana de 5,00 log UFC/mL.

**Tabla 16.** Carga microbiana de mohos a las 24 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	65	67	66	$6,60 \times 10^2$	2,82
$10^{-2}$	62	63	62,5	$6,25 \times 10^3$	3,80
$10^{-3}$	60	62	61	$6,10 \times 10^4$	4,79
$10^{-4}$	51	54	52,5	$5,25 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	45	53	49	$4,90 \times 10^6$	6,69
$10^{-6}$	36	34	35	$3,50 \times 10^7$	7,54

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 16 se observa la carga microbiana a las 24 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se determina mejor crecimiento de mohos con 4,79 log UFC/mL.

En conclusión, este valor es comparado con la investigación realizada por Anrango (2013) donde reporta un de 5,20 log UFC/mL a las 24 horas de fermentación y se determina que existen variaciones significativas con los datos de la investigación.

**Tabla 17.** Carga microbiana de mohos a las 30 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	71	73	72	$7,20 \times 10^2$	2,86
$10^{-2}$	70	71	70,5	$7,05 \times 10^3$	3,85
$10^{-3}$	69	70	69,5	$6,95 \times 10^4$	4,84
$10^{-4}$	53	52	52,5	$5,25 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	34	36	35	$3,50 \times 10^6$	6,54
$10^{-6}$	22	24	23	$2,30 \times 10^7$	7,36

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 17 se observa la carga microbiana a las 30 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se determina mejor crecimiento de mohos con 4,84 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es comparado con el dato obtenido por Mayorga (2010) quien evaluó la fermentación del maíz nativo, reportando un valor de 6,90 log UFC/mL a las 30 horas de fermentación.

**Tabla 18.** Carga microbiana de mohos a las 36 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	77	78	77,5	$7,75 \times 10^2$	2,89
$10^{-2}$	75	74	74,5	$7,45 \times 10^3$	3,87
$10^{-3}$	73	75	74	$7,40 \times 10^4$	4,87
$10^{-4}$	61	59	60	$6,00 \times 10^5$	5,78
$10^{-5}$	52	49	50,5	$5,05 \times 10^6$	6,70
$10^{-6}$	43	41	42	$4,20 \times 10^7$	7,62

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 18 se observa la carga microbiana a las 36 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se establece mejor crecimiento de mohos con 4,87 log UFC/mL.

En conclusión, el valor encontrado en la investigación es diferente al reportado por Herrera (2007) quien evaluó el crecimiento de microorganismos fermentadores de bebidas tradicionales.

**Tabla 19.** Carga microbiana de mohos a las 42 horas de fermentación.

<b>Disoluciones</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>Media</b>	<b>UFC/mL</b>	<b>log UFC/mL</b>
$10^{-1}$	75	77	76	$7,60 \times 10^2$	2,88
$10^{-2}$	73	74	73,5	$7,35 \times 10^3$	3,87
$10^{-3}$	71	72	71,5	$7,15 \times 10^4$	4,85
$10^{-4}$	69	68	68,5	$6,85 \times 10^5$	5,84
$10^{-5}$	55	57	56	$5,60 \times 10^6$	6,75
$10^{-6}$	45	41	43	$4,30 \times 10^7$	7,63

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 19 se observa la carga microbiana a las 42 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; en la disolución  $10^{-3}$  se establece mejor crecimiento de mohos con 4,85 log UFC/mL.

En conclusión, el valor encontrado en la investigación es diferente al reportado por Cervantes & Pedroza (2007) en la evaluación del pulque en etapa final de fermentación, donde existió crecimiento de mohos a las 42 horas con 5,91 log UFC/mL.

### 10.2.1. Carga microbiana final de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 20.** Carga microbiana final de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	15	17	16	1,60X10 <sup>4</sup>	4,20
6	25	26	25,5	2,55X10 <sup>4</sup>	4,41
12	37	38	37,5	3,75X10 <sup>4</sup>	4,57
18	50	52	51	5,10X10 <sup>4</sup>	4,71
24	60	62	61	6,10X10 <sup>4</sup>	4,79
30	69	70	69,5	6,95X10 <sup>4</sup>	4,84
36	73	75	74	7,40X10 <sup>4</sup>	4,87
42	71	72	71,5	7,15X10 <sup>4</sup>	4,85

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 20 se detalla la carga microbiana de mohos durante la fermentación del masato de chonta, donde se reporta la cuantificación de las colonias de la repetición 1 y 2, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1.

En conclusión, al finalizar la fermentación del masato de chonta se evidencia aumento de la carga microbiana de 4,85 UFC/mL a las 42 horas, este valor es diferente con lo reportado por Anrango (2013) donde se observó un valor de 6,00 UFC/mL en etapa final de fermentación de la chicha de jora.

### 10.3. Carga microbiana de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 21.** Carga microbiana de levaduras a las 0 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
10 <sup>-1</sup>	98	96	97	9,70X10 <sup>2</sup>	2,99
10 <sup>-2</sup>	79	77	78	7,80X10 <sup>3</sup>	3,89
10 <sup>-3</sup>	51	55	53	5,30X10 <sup>4</sup>	4,72
10 <sup>-4</sup>	34	37	35,5	3,55X10 <sup>5</sup>	5,55
10 <sup>-5</sup>	23	24	23,5	2,35X10 <sup>6</sup>	6,37
10 <sup>-6</sup>	15	17	16	1,60X10 <sup>7</sup>	7,20

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 21 se observa la carga microbiana a las 0 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la

ecuación 1; se observa mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 5,55 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Álvarez, Manzano, Materano & Valera (2009) con 5,22 log UFC/mL a las 0 horas de fermentación de vino artesanal de tomate.

**Tabla 22.** Carga microbiana de levaduras a las 6 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	101	103	102	$1,02 \times 10^3$	3,01
$10^{-2}$	86	84	85	$8,50 \times 10^3$	3,93
$10^{-3}$	56	59	57,5	$5,75 \times 10^4$	4,76
$10^{-4}$	39	40	39,5	$3,95 \times 10^5$	5,60
$10^{-5}$	21	23	22	$2,20 \times 10^6$	6,34
$10^{-6}$	12	11	11,5	$1,15 \times 10^7$	7,06

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 22 se observa la carga microbiana a las 6 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 5,60 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Carrera (2014) con 6,00 log UFC/mL a las 0 horas de fermentación de la chicha de jora.

**Tabla 23.** Carga microbiana de levaduras a las 12 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	134	136	135	$1,35 \times 10^3$	3,13
$10^{-2}$	98	97	97,5	$9,75 \times 10^3$	3,99
$10^{-3}$	73	76	74,5	$7,45 \times 10^4$	4,87
$10^{-4}$	52	54	53	$5,30 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	43	41	42	$4,20 \times 10^6$	6,62
$10^{-6}$	29	27	28	$2,80 \times 10^7$	7,45

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 23 se observa la carga microbiana a las 12 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 5,72 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la disolución  $10^{-4}$  tiene similitud con lo encontrado por Ramírez & Williams (2003) en la chicha de jora donde reportó 6,50 log UFC/mL a las 12 horas de fermentación.

**Tabla 24.** Carga microbiana de levaduras a las 18 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	146	148	147	$1,47 \times 10^3$	3,17
$10^{-2}$	123	121	122	$1,22 \times 10^4$	4,09
$10^{-3}$	96	94	95	$9,50 \times 10^4$	4,98
$10^{-4}$	79	80	79,5	$7,95 \times 10^5$	5,90
$10^{-5}$	57	53	55	$5,50 \times 10^6$	6,74
$10^{-6}$	32	29	30,5	$3,05 \times 10^7$	7,48

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 24 se observa la carga microbiana a las 18 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 5,90 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la disolución  $10^{-4}$  tiene similitud con lo encontrado por Chavarrea (2011) en la chicha de jora y quinua donde reportó 6,00 log UFC/mL en las 18 horas de fermentación.

**Tabla 25.** Carga microbiana de levaduras a las 24 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	178	178	178	$1,78 \times 10^3$	3,25
$10^{-2}$	145	148	146,5	$1,47 \times 10^4$	4,17
$10^{-3}$	132	134	133	$1,33 \times 10^5$	5,12
$10^{-4}$	106	107	106,5	$1,07 \times 10^6$	6,03
$10^{-5}$	89	94	91,5	$9,15 \times 10^6$	6,96
$10^{-6}$	62	59	60,5	$6,05 \times 10^7$	7,78

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 25 se observa la carga microbiana a las 24 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 6,03 log UFC/mL.

En conclusión, este valor se compara con la investigación realizada por Herrera & Muñoz, (2003) donde reportó un valor de 7,00 log UFC/mL a las 24 horas de fermentación de frutas tropicales y se determina que existe variaciones significativas con los datos de la investigación.

**Tabla 26.** Carga microbiana de levaduras a las 30 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	167	170	168,5	$1,69 \times 10^3$	3,23
$10^{-2}$	156	158	157	$1,57 \times 10^4$	4,20
$10^{-3}$	143	147	145	$1,45 \times 10^5$	5,16
$10^{-4}$	134	135	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13
$10^{-5}$	95	97	96	$9,60 \times 10^6$	6,98
$10^{-6}$	56	54	55	$5,50 \times 10^7$	7,74

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 26 se observa la carga microbiana a las 30 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 6,13 log UFC/mL.

En conclusión, este valor se compara con la investigación realizada por Hours et al. (2005) donde reportó un valor de 8,00 log UFC/mL a las 24 horas de fermentación del jugo de naranja y se determina que existe variaciones significativas con los datos de la investigación.

**Tabla 27.** Carga microbiana de levaduras a las 36 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	156	160	158	$1,58 \times 10^3$	3,20
$10^{-2}$	153	155	154	$1,54 \times 10^4$	4,19
$10^{-3}$	151	150	150,5	$1,51 \times 10^5$	5,18
$10^{-4}$	149	148	148,5	$1,49 \times 10^6$	6,17
$10^{-5}$	97	95	96	$9,60 \times 10^6$	6,98
$10^{-6}$	75	77	76	$7,60 \times 10^7$	7,88

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 27 se observa la carga microbiana a las 36 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 6,17 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Sánchez (2005) con 6,00 log UFC/mL a las 36 horas de fermentación del pisco.

**Tabla 28.** Carga microbiana de levaduras a las 42 horas de fermentación.

Disoluciones	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	157	161	159	$1,59 \times 10^3$	3,20
$10^{-2}$	145	142	143,5	$1,44 \times 10^4$	4,16
$10^{-3}$	130	129	129,5	$1,30 \times 10^5$	5,11
$10^{-4}$	134	135	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13
$10^{-5}$	88	91	89,5	$8,95 \times 10^6$	6,95
$10^{-6}$	63	65	64	$6,40 \times 10^7$	7,81

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 28 se observa la carga microbiana a las 42 horas de fermentación del masato de chonta de la repetición 1 y 2 en función de las disoluciones, las UFC/mL se calcularon en base a la ecuación 1; se evidencia mejor crecimiento de levaduras en la disolución  $10^{-4}$  con 6,13 log UFC/mL.

En conclusión, el valor que se obtuvo en la investigación es similar al reportado por Álvarez, Manzano, Materano & Valera (2009) con 7,00 log UFC/mL a las 42 horas en etapa final de fermentación del vino artesanal de tomate.

### 10.3.1. Carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 29.** Carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	34	37	35,5	$3,55 \times 10^5$	5,55
6	39	40	39,5	$3,95 \times 10^5$	5,60
12	52	54	53	$5,30 \times 10^5$	5,72
18	79	80	79,5	$7,95 \times 10^5$	5,90
24	106	107	106,5	$1,07 \times 10^6$	6,03
30	134	135	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13
36	149	148	148,5	$1,49 \times 10^6$	6,17
42	134	135	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 29 se detalla la carga microbiana de levaduras durante la fermentación del masato de chonta, donde se reporta la cuantificación de las colonias de la repetición 1 y 2, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1.

En conclusión, al finalizar la fermentación del masato de chonta se evidencia aumento de la carga microbiana de 6,13 UFC/mL a las 42 horas, este valor tiene similitud con lo encontrado por Hoyos et al. (2010) en el vino de naranja donde reporta un valor de 8,11 UFC/mL en etapa final de fermentación.

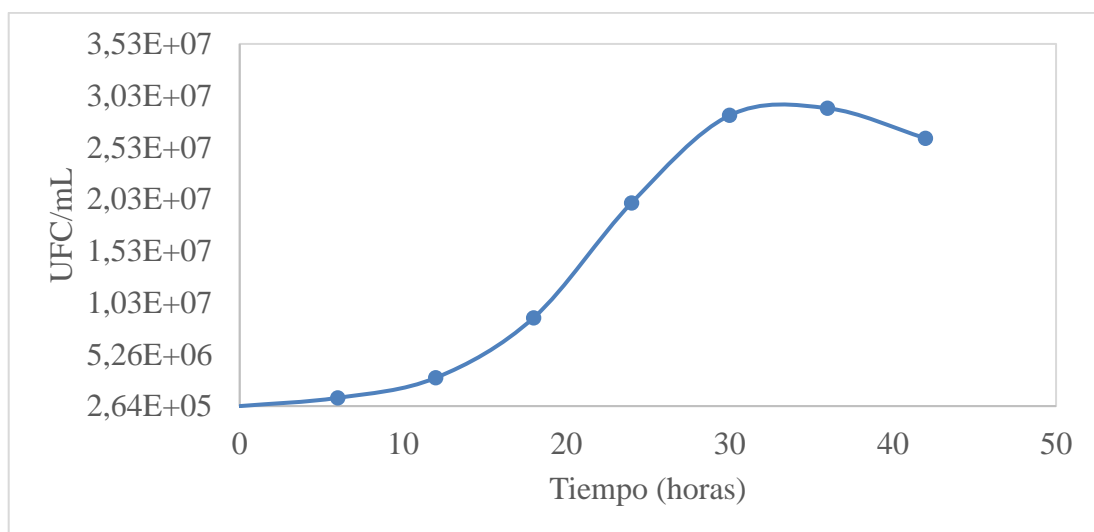
#### 10.4. Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 30.** Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	263,5	$2,64 \times 10^5$	5,42
6	106	$1,06 \times 10^6$	6,03
12	299,5	$3,00 \times 10^6$	6,48
18	88	$8,80 \times 10^6$	6,94
24	199	$1,99 \times 10^7$	7,30
30	283,5	$2,84 \times 10^7$	7,45
36	290,5	$2,91 \times 10^7$	7,46
42	261,5	$2,62 \times 10^7$	7,42

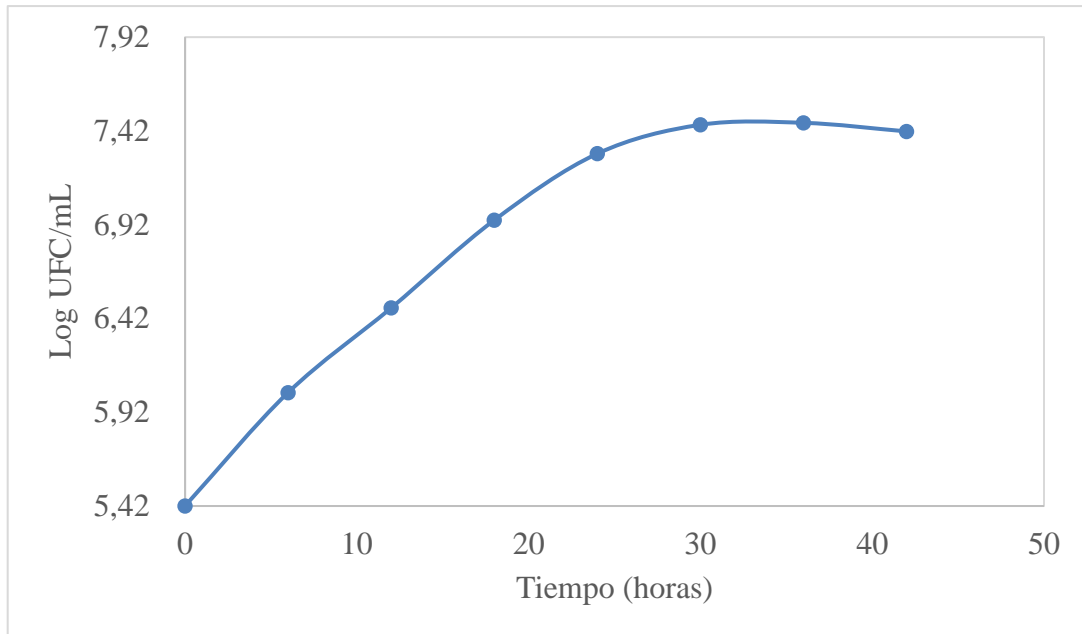
Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 1.** Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 2.** Crecimiento de la población de bacterias ácidos lácticos expresado en log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.



**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

En la tabla 30 se detalla el valor de las medias de la cuantificación de las colonias de bacterias ácido lácticas durante la fermentación del masato de chonta, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1 y se detallan en el Anexo 4. En el gráfico 1 y 2 se observa el crecimiento de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación, el crecimiento inicia a las 0 horas con 5,42 log UFC/mL hasta las 30 horas con 7,45 log UFC/mL, a las 36 horas se observa un reposo de las células con un valor de 7,46 log UFC/mL, posterior a ello se observa un descenso de los microorganismos a las 42 horas de 7,42 log UFC/mL.

En conclusión, el máximo crecimiento bacterias ácido lácticas se da a las 30 horas de fermentación con 7,45 log UFC/mL, esta valor está relacionado con el resultado de 6,51 log UFC/mL obtenido por Escudero & Grijalva (2014) quienes evaluaron la chicha de arroz. El crecimiento microbiano está relacionado directamente con el tiempo de fermentación. Para Jurado, Ramírez & Aguirre (2013), el tiempo sí influye en el proceso de crecimiento (log UFC/mL) especialmente en la fase exponencial, lo que lleva a tener en cuenta los efectos que pueden generar la interacción entre las bacterias y el medio de cultivo donde se desarrollan.

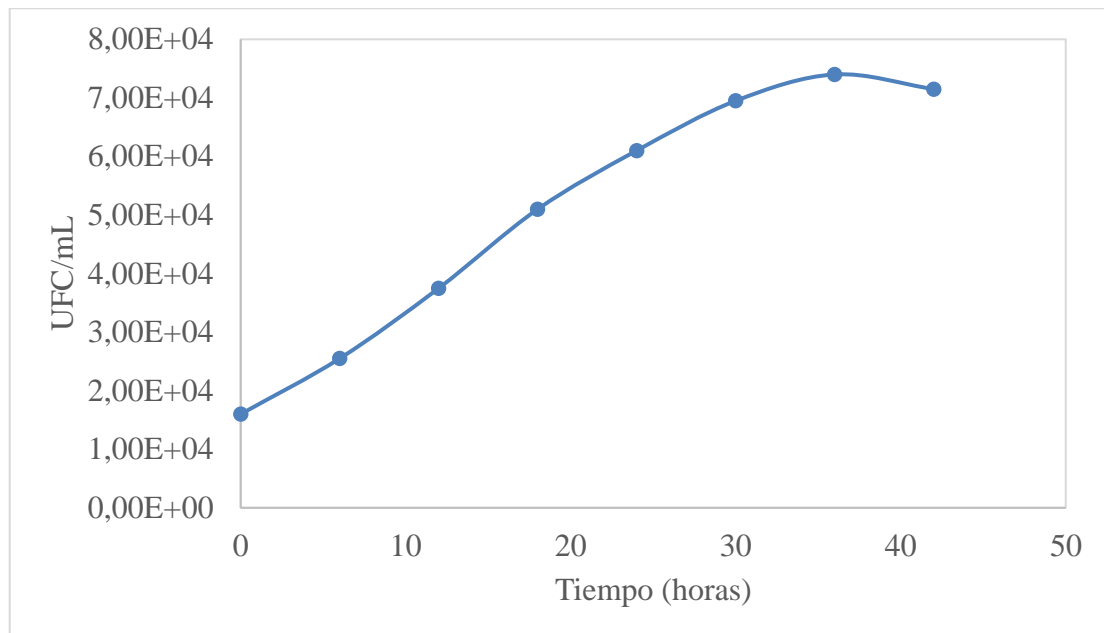
### 10.5. Crecimiento de la población de mohos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.

**Tabla 31.** Crecimiento de la población de mohos expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	16	$1,60 \times 10^4$	4,20
6	25,5	$2,55 \times 10^4$	4,41
12	37,5	$3,75 \times 10^4$	4,57
18	51	$5,10 \times 10^4$	4,71
24	61	$6,10 \times 10^4$	4,79
30	69,5	$6,95 \times 10^4$	4,84
36	74	$7,40 \times 10^4$	4,87
42	71,5	$7,15 \times 10^4$	4,85

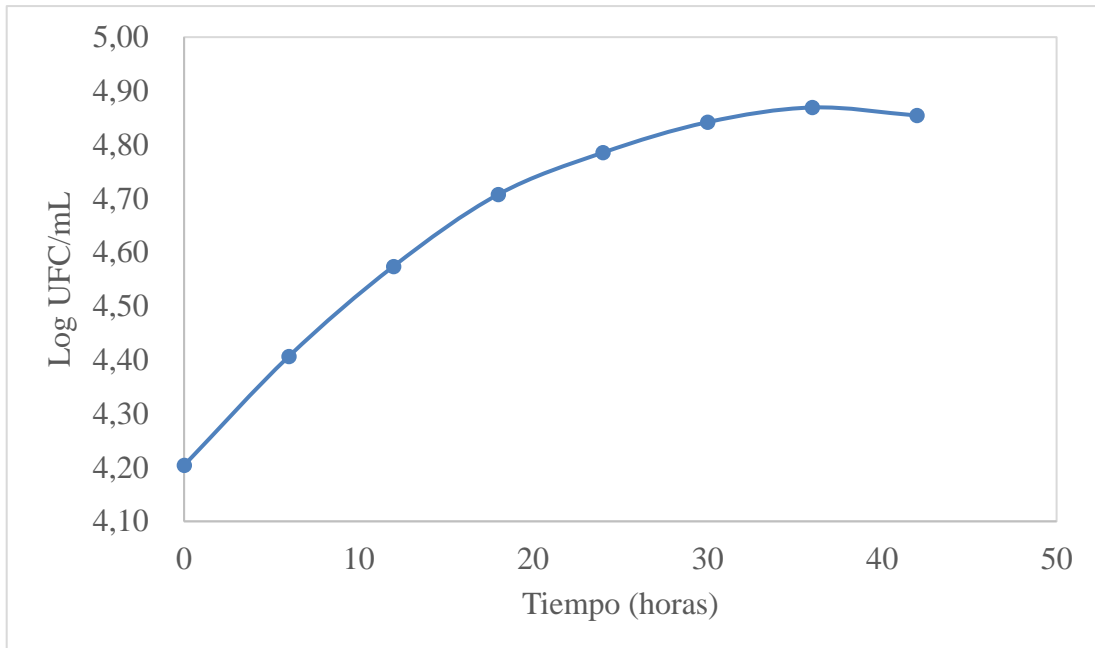
Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 3.** Crecimiento de la población de mohos expresado UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 4.** Crecimiento de la población de mohos expresado en log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

Al observar la tabla 31 se determina el valor de las medias de la cuantificación de mohos durante la fermentación del masato de chonta, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1 y se detallan en el Anexo 4. En el gráfico 3 y 4 se observa el crecimiento de mohos en función del tiempo de fermentación, el crecimiento inicia a las 0 horas con 4,20 log UFC/mL hasta las 36 horas con 4,87 log UFC/mL, pasado este tiempo los microorganismos descienden su crecimiento a las 42 horas con 4,85 log UFC/mL.

En conclusión, Sánchez & López (2010) evaluaron una bebida fermentada mexicana a base de maíz llamada Axokot, donde reportan un recuento de 2,51 log UFC/mL este valor no tiene relación con el obtenido del masato de chonta que obtuvo un recuento de mohos al finalizar la fermentación de 4,85 log UFC/mL, esto significa que el masato de chonta al tener un mayor recuento microbiano tendrá mayor producción de ácidos orgánicos debido a la degradación de azúcares a fuentes de carbono más sencillas; además, la NTE INEN 2262 (2003) para bebidas alcohólicas establece el límite máximo permisible de mohos de 1,7 log UFC/mL y al ser comparado con el log UFC/mL obtenido en el masato de chonta, se determina que existe variación entre los datos debido a la materia prima utilizada para la elaboración de estos productos.

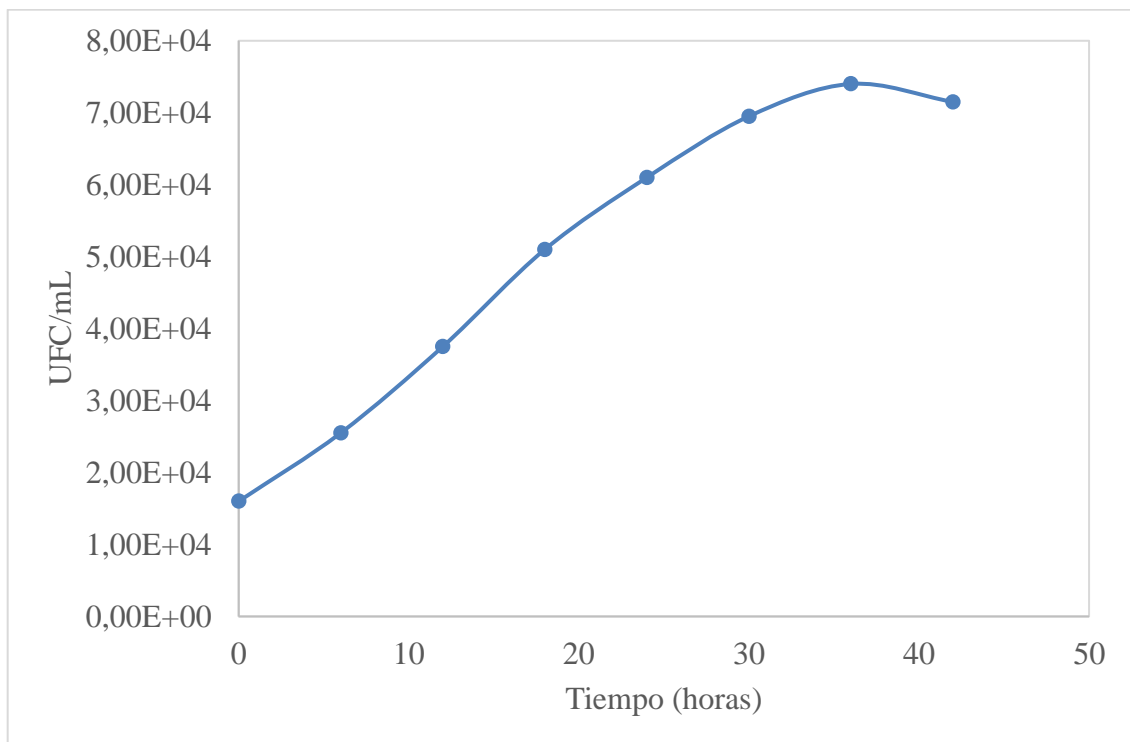
### 10.6. Resultado de carga microbiana de levaduras.

**Tabla 32.** Crecimiento de la población de levaduras expresado en UFC/mL y log UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	Media	UFC/mL	log UFC/mL
0	35,5	$3,55 \times 10^5$	5,55
6	39,5	$3,95 \times 10^5$	5,60
12	53	$5,30 \times 10^5$	5,72
18	79,5	$7,95 \times 10^5$	5,90
24	106,5	$1,07 \times 10^6$	6,03
30	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13
36	148,5	$1,49 \times 10^6$	6,17
42	134,5	$1,35 \times 10^6$	6,13

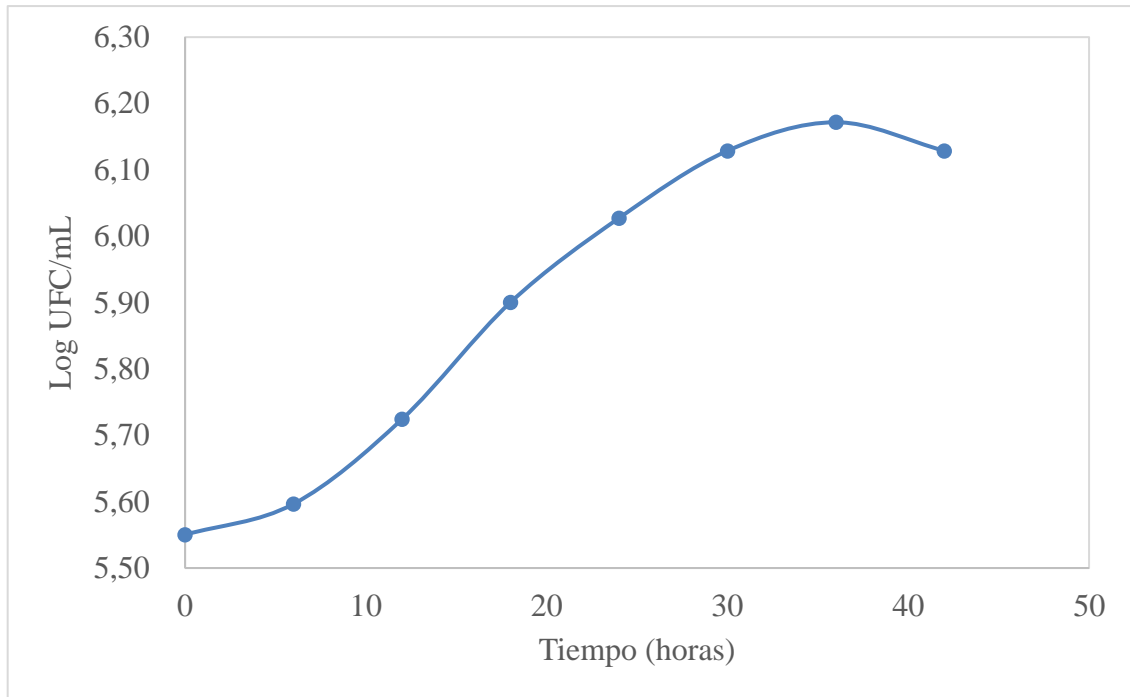
Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 5.** Crecimiento de la población de levaduras expresado en UFC/mL, en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 6.** Crecimiento de la población de levaduras expresado en log UFC/mL en función del tiempo de fermentación.



**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

En la tabla 32 se detalla el valor de las medias de la cuantificación de las colonias de levaduras durante la fermentación del masato de chonta, las UFC/mL se calcularon en función de la ecuación 1 y se detallan en el Anexo 4. En el gráfico 5 y 6 se observa el crecimiento de levaduras en función del tiempo de fermentación, el crecimiento inicia a las 0 horas con 5,55 log UFC/mL hasta las 36 horas con 6,17 log UFC/mL, a las 42 horas existe un declive de los microorganismos con 6,13 log UFC/mL

En conclusión, en el estudio realizado por Kumar & Mishra, (2010) en bebidas fermentadas con frutas tropicales se observó el crecimiento de levaduras en etapa final de fermentación con un valor de 4.1 log UFC/mL, al comparar con la cantidad final de levaduras del masato de chonta se determina que existe una variación con los reportados de las frutas tropicales, para lo cual se puede definir que la cantidad de levaduras permiten una bebida fermentada con mayor cantidad de alcohol; también, la NTE INEN 2262 (2003) para bebidas alcohólicas establece el límite máximo permisible de levaduras de 1.7 log UFC/mL y al ser comparado con el log UFC/mL obtenido en el masato de chonta se establece que existe variación entre los datos debido a la materia prima utilizada para la elaboración de estos productos.

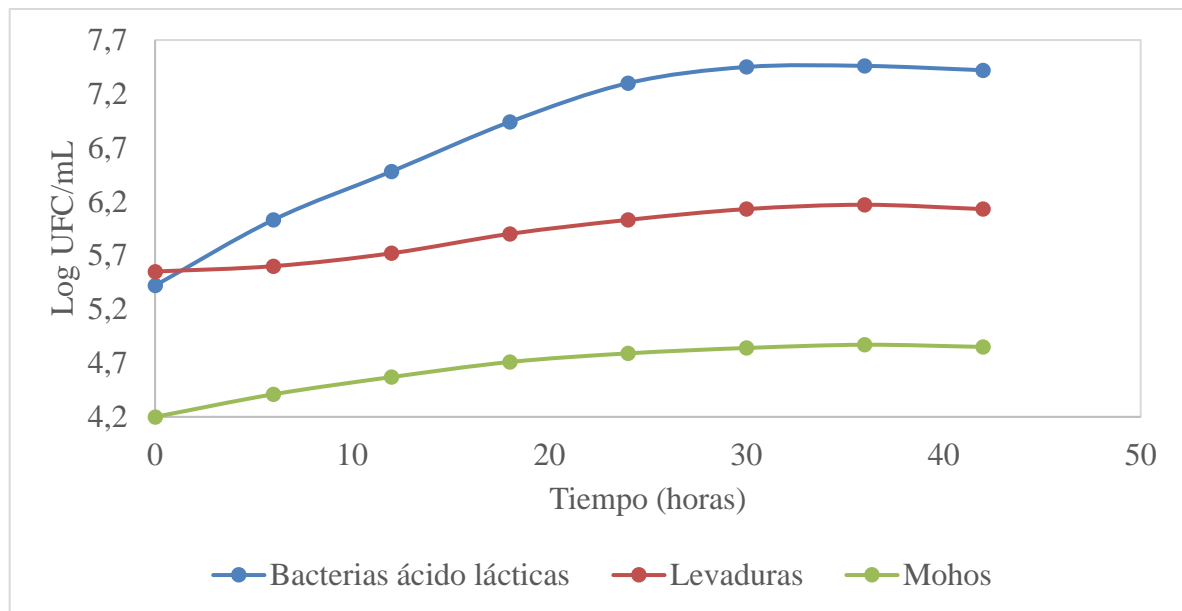
### 10.7. Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación.

**Tabla 33.** Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	Bacterias ácido lácticas (Log UFC/ml)	Mohos (Log UFC/ml)	Levaduras (Log UFC/ml)
0	5,42	4,20	5,55
6	6,03	4,41	5,60
12	6,48	4,57	5,72
18	6,94	4,71	5,90
24	7,30	4,79	6,03
30	7,45	4,84	6,13
36	7,46	4,87	6,17
42	7,42	4,85	6,13

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 7.** Curva de crecimiento microbiano de bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

Al observar la tabla 33 y gráfico 7 se establece las curvas de crecimiento de los microorganismos estudiados durante el proceso de fermentación del masato de chonta, donde se evidencia que las bacterias ácido lácticas crecen en mayor cantidad, estas inician con 5,42 log UFC/mL y finalizan con 7,42 log UFC/mL; mientras que las levaduras inician con 5,55 log

UFC/mL y culminan con 6, 13 log UFC/mL, para el caso de mohos estos inician con 4,20 log UFC/mL y cesan con 4,85 log UFC/mL.

En conclusión, según Fula (2010) los microorganismos son los responsables de la fermentación de cualquier tipo de producto, éstos pueden ser bacterias ácido lácticas, levaduras y mohos o una combinación de ellos, siendo los primeros los microorganismos clave en la fermentación alcohólica ya que fermentan y asimilan la glucosa, sacarosa, maltosa y galactosa. Además, Sánchez & López (2010) indica que la cantidad de bacterias ácido lácticas depende de la etapa de fermentación y estas puede alcanzar un valor de 8,00 log UFC/mL, este valor es similar al reportado en la investigación, por otro lado, Guillén, Mori, & Paucar, (2014) en su investigación de la chicha de jora a base de maíz morado reporta un bajo recuento de levaduras en etapa inicial de fermentación de 3,59 log UFC/mL, este valor es inferior al encontrado en el masato de chonta.

### 10.8. Parámetros cinéticos del crecimiento poblacional.

**Tabla 34.** Parámetros cinéticos del crecimiento poblacional.

Tiempo (horas)	Bacterias ácido lácticas (UFC/mL)	Mohos (UFC/mL)	Levaduras (UFC/mL)
0	$2,64 \times 10^5$	$1,60 \times 10^4$	$3,55 \times 10^5$
6	$1,06 \times 10^6$	$2,55 \times 10^4$	$3,95 \times 10^5$
12	$3,00 \times 10^6$	$3,75 \times 10^4$	$5,30 \times 10^5$
18	$8,80 \times 10^6$	$5,10 \times 10^4$	$7,95 \times 10^5$
24	$1,99 \times 10^7$	$6,10 \times 10^4$	$1,07 \times 10^6$
30	$2,84 \times 10^7$	$6,95 \times 10^4$	$1,35 \times 10^6$
36	$2,91 \times 10^7$	$7,40 \times 10^4$	$1,49 \times 10^6$
42	$2,62 \times 10^7$	$7,15 \times 10^4$	$1,35 \times 10^6$
Parámetros cinéticos			
$\mu_{max}^*$	0,1369 ( $h^{-1}$ )	0,0355 ( $h^{-1}$ )	0,0441 ( $h^{-1}$ )
$tg^*$	5,06	19,52	15,70
$n^*$	4,74	1,54	1,91

\* $\mu_{max}$ : Velocidad máxima expresada en horas ( $h^{-1}$ )

\* $tg$ : Tiempo de generación en horas.

\* $n$ : Número de generaciones.

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 34 se observa los parámetros cinéticos del crecimiento poblacional calculados en función de la ecuación 2, 3, 4 y se detallan en el Anexo 11, dichos cálculos se realizaron en base de la fase exponencial de las bacterias ácido lácticas, mohos y levaduras; estos cálculos se detallan en el Anexo 11. En bacterias ácido lácticas la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) es 0,1369 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 5,06 horas y número de generaciones de 4,74; para el caso de mohos la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) es 0,0355 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación 19,52 horas y número de generaciones de 1,54; para las levaduras la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) 0,0441 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 15,70 horas y un número de generaciones de 1,91.

En conclusión, la velocidad máxima ( $\mu_{max}$ ) es diferentes en los tres tipos de microorganismos, siendo las bacterias ácido lácticas con mayor velocidad de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) y menor tiempo de generación y número de generaciones; mientras los mohos tiene un tiempo de generación mayor al de las levaduras pero menor número de generaciones, las levaduras tiene mayor velocidad de crecimiento y menor número de generaciones con respecto a los mohos. Según Sarango & Yanchapanta (2019) en la evaluación de tres tipos de chicha de yuca repostada que en la chicha blanca los mohos tiene 12,97 horas en el tiempo de generación y número de generaciones de 2,0; en la chicha wiwis las levaduras poseen tiempo de generación de 12,33 horas y número de generaciones de 3,89; en la chicha negra las bacterias ácido lácticas poseen tiempo de generación de 12,03 horas y número de generaciones de 3,99; estos valores son diferentes con los calculados en la presente investigación, esto puede ser debido al tiempo de fermentación y la materia prima utilizada en las diferentes chichas. Por otro lado, Recalde, (2010) enuncia que la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) aumenta en forma proporcional a la concentración inicial de inóculo, es decir, que a mayor cantidad de inóculo mayor población de microorganismos en menor tiempo y a menor cantidad de inóculo menor población en mayor tiempo.

### 10.9. Resultados de los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 35.** Resultados de los parámetros físicos - químicos de las repeticiones 1 y 2 en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	pH			Sólidos solubles (°brix)			Acidez (% ácido láctico)				Grados alcohólicos (%v/v alcohol)		
	R1	R2	Media	R1	R2	Media	R1	R2	Media		R1	R2	Media
0	4,33	4,21	4,27	24	23,9	23,95	30	32	31	0,11*	1,9	1,8	1,85
6	4,27	4,17	4,22	23,1	22,9	23	34	35	34,5	0,12*	2	2,2	2,1
12	4,2	4,13	4,17	22,8	22,6	22,7	38	37	37,5	0,14*	2,4	2,6	2,5
18	4,14	4,09	4,12	21,1	21,2	21,15	44	43	43,5	0,16*	3,2	3	3,1
24	4,1	4,01	4,06	20,5	20,7	20,6	48	47	47,5	0,17*	3,7	3,5	3,6
30	4,05	3,98	4,02	19,3	19,9	19,6	50	52	51	0,18*	4,1	4,3	4,2
36	3,96	3,87	3,92	18,8	18,7	18,75	56	55	55,5	0,20*	4,8	4,6	4,7
42	3,71	3,65	3,68	17,2	17,3	17,25	59	58	58,5	0,21*	5	4,9	4,95

\*Valor calculado en base a la ecuación 4 según la Norma NTE INEN 2323:2002 en % de ácido láctico

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

Se observa en la tabla 35 los resultados de las repeticiones 1 y 2 de los parámetros físico – químicos evaluados durante el tiempo de fermentación del masato de chonta, donde evidenciar que tanto en la repetición 1 y 2 de pH, sólidos solubles (°brix), acidez (% ácido láctico y grados alcohólicos (%v/v alcohol) existe una similitud entre los datos.

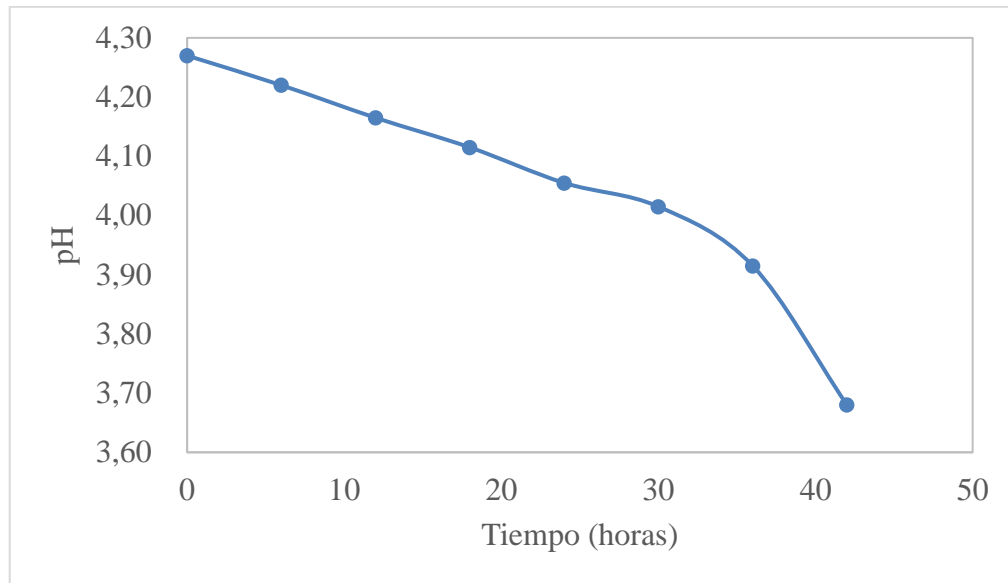
#### 10.9.1. Resultados de las medias de pH en función del tiempo de fermentación.

**Tabla 36.** Resultados de pH en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	pH
0	4,27
6	4,22
12	4,17
18	4,12
24	4,06
30	4,02
36	3,92
42	3,68

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 8.** Resultados de las medias de pH en función del tiempo de fermentación.



**Elaborado por:** Tipantuña N., (2020).

En la tabla 36 y gráfico 8 se observa la disminución de pH durante el tiempo de fermentación del masato de chonta, a las 0 horas tiene un pH de 4,27 a las 30 y 36 horas se observa un aumento prolongado y a medida que transcurre el tiempo este disminuye alcanzando un valor de 3,68 al finalizar la fermentación.

En conclusión, la investigación realizada por Sarango & Yanchapanta (2019) reportan valores de pH entre 4,7 y 3,96 durante el proceso de fermentación de la chicha blanca a base de yuca; al comparar con los datos obtenidos del masato de chonta se establece que existe similitud entre los datos del ensayo; además, la NTE INEN 2262 (2003) para bebidas alcohólicas establece que el pH debe estar en un rango de 3,5 y 5, determinando que el pH de la investigación se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

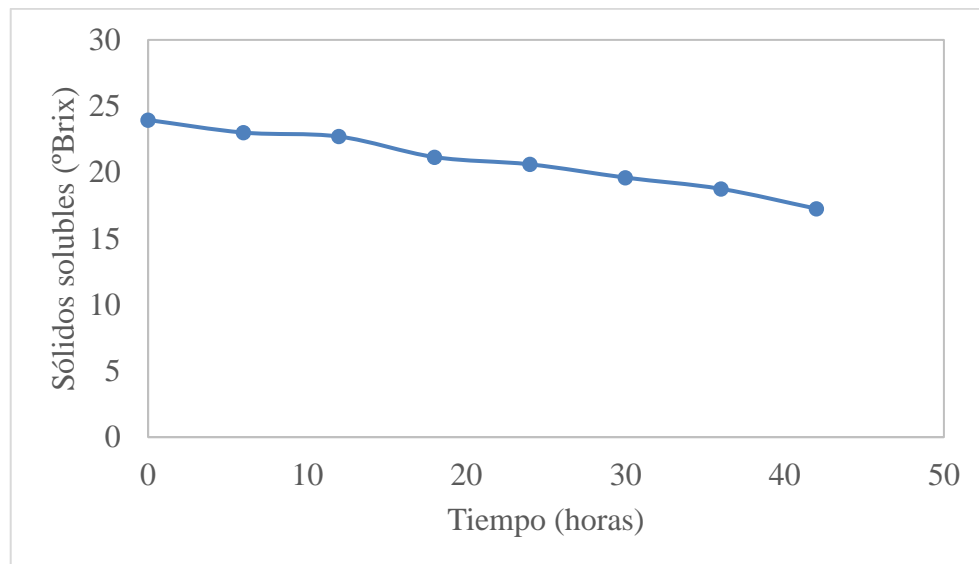
### 10.9.2. Resultados de las medias de los sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación.

**Tabla 37.** Resultados de las medias de los sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	Sólidos solubles (°Brix)
0	23,95
6	23
12	22,7
18	21,15
24	20,6
30	19,6
36	18,75
42	17,25

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 9.** Resultados de sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 37 y gráfico 9 se observa la disminución de los sólidos solubles (°brix) en función del tiempo de fermentación del masato de chonta, a las 0 horas inicia con 23,95 (°Brix) y finaliza a las 42 horas con 17,15 (°Brix).

En conclusión, en la investigación realizado por Lima (2019) de una bebida fermentada con kéfir tiene un valor de 16,8 (°brix) a las 30 horas de fermentación al comparar con los datos obtenidos en la investigación se determina que existe semejanza entre los datos del ensayo. Por otro lado Zurita (2017) reporta un valor de 13.4 (°brix) en la chicha de jora siendo inferior al del masato de chonta, esto se podría atribuirse al tiempo de fermentación y materia prima empleada en la elaboración de estas bebidas.

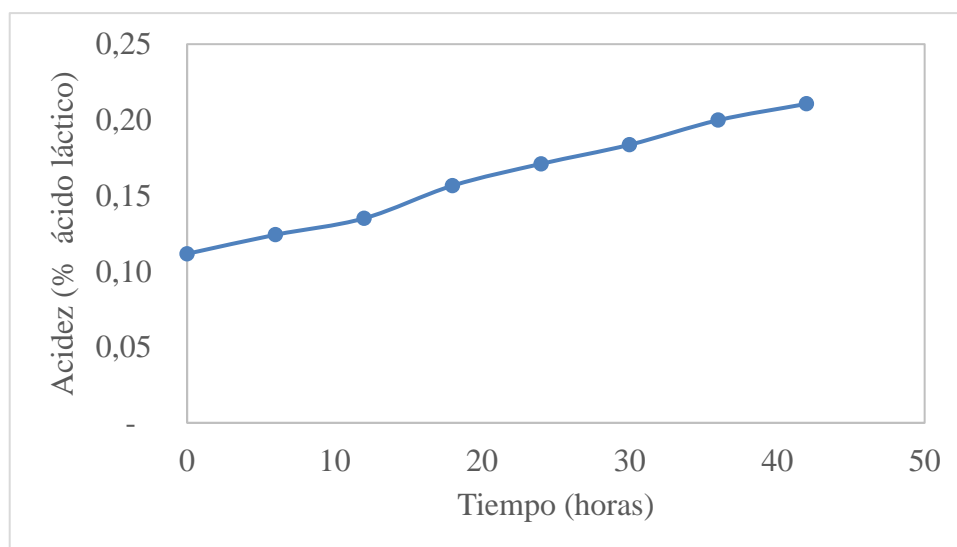
### 10.9.3. Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación.

**Tabla 38.** Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo (horas) de fermentación.

Tiempo (horas)	Acidez (% ácido láctico)
0	g0,11
6	0,12
12	0,14
18	0,16
24	0,17
30	0,18
36	0,20
42	0,21

Elaborado por: Tipantuña N., (2020).

**Gráfico 10.** Resultados de acidez (% ácido láctico) en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

En la tabla 38 se reportan los valores de acidez cálculos en % de ácido láctico de acuerdo a la NTE INEN 2323 (2002) este cálculo se detalla en el Anexo 13. En el gráfico 10 se observa el incremento de la acidez expresada en % de ácido láctico, esta inicia a las 0 horas con 0,11 % y finaliza a las 42 horas con 0,21% . La acidez se debe al cambio del pH que ocurre durante la fermentación, en donde el consumo de los azúcares presentes en el masato de chonta disminuye el pH y acidez aumenta.

En conclusión, en el estudio realizado por Mena & Santamaría (2019) reportan valores entre 0.36 % y 0.61 % ácido láctico, por otro lado, Benavides & Karina (2013), en la evaluación de la chicha de jora obtienen 0,59 % ácido láctico el cual es superior al obtenido en la presente investigación, sin embargo, la NTE INEN 2262 (2003) establece que el % de ácido láctico en bebidas alcohólicas no debe sobrepasar el 0,3 %, determinando que los valore reportados en el masato de chonta se encuentra dentro de los parámetros establecidos por tal normativa y por ende es apta para el consumo.

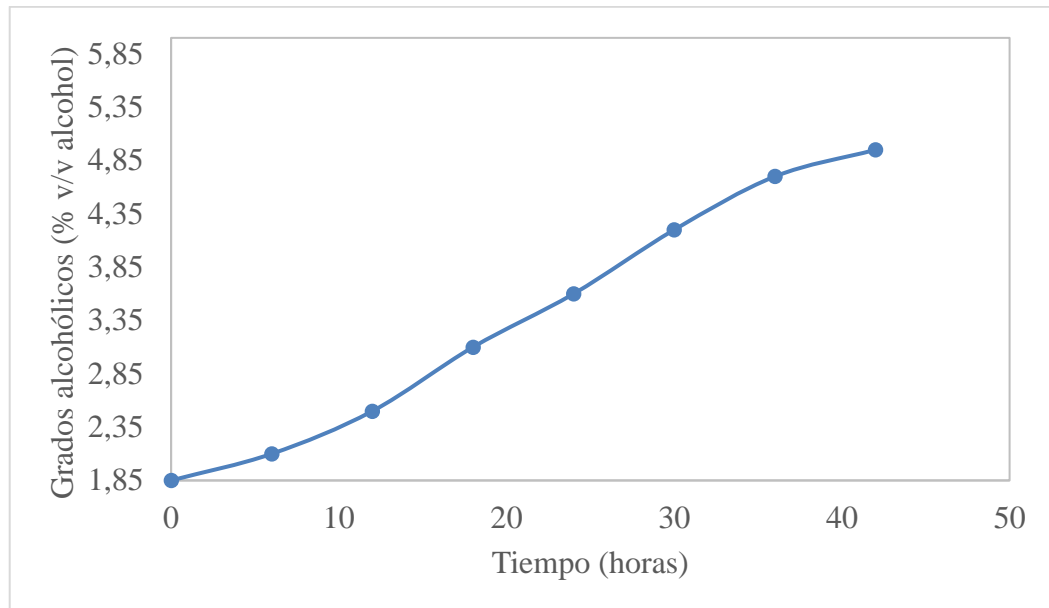
#### **10.9.4. Resultados de grados alcohólicos (% v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación.**

**Tabla 39.** Resultados de grados alcohólicos (% v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación.

<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Grados alcohólicos (% v/v alcohol)</b>
0	1,85
6	2,1
12	2,5
18	3,1
24	3,6
30	4,2
36	4,7
42	4,95

**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 11.** Resultados de grados alcohólicos (%v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación.



**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

Al observar la tabla 39 y gráfico 11 se establece el aumento de los grados alcohólicos (% v/v alcohol) en función del tiempo de fermentación del masato de chonta iniciando a las 0 horas con 1,85 % y al finalizar la fermentación a las 42 horas se obtiene 4,95 %.

En conclusión, los valores reportados en la presente investigación se ajustan a lo establecido por Baca (2016), que establece el grado alcohólico de la chicha de jora entre 0.8 % y 5.7 % en volumen; también, la NTE INEN 2262 (2003) para bebidas alcohólicas establece que el % de grados alcohólicos debe encontrarse en un rango de 2,0 % y 5,0 %, determinando que los valores reportados en el masato de chonta no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por tal normativa esto puede atribuirse a la materia prima utilizada y el tiempo de fermentación que poseen estos productos.

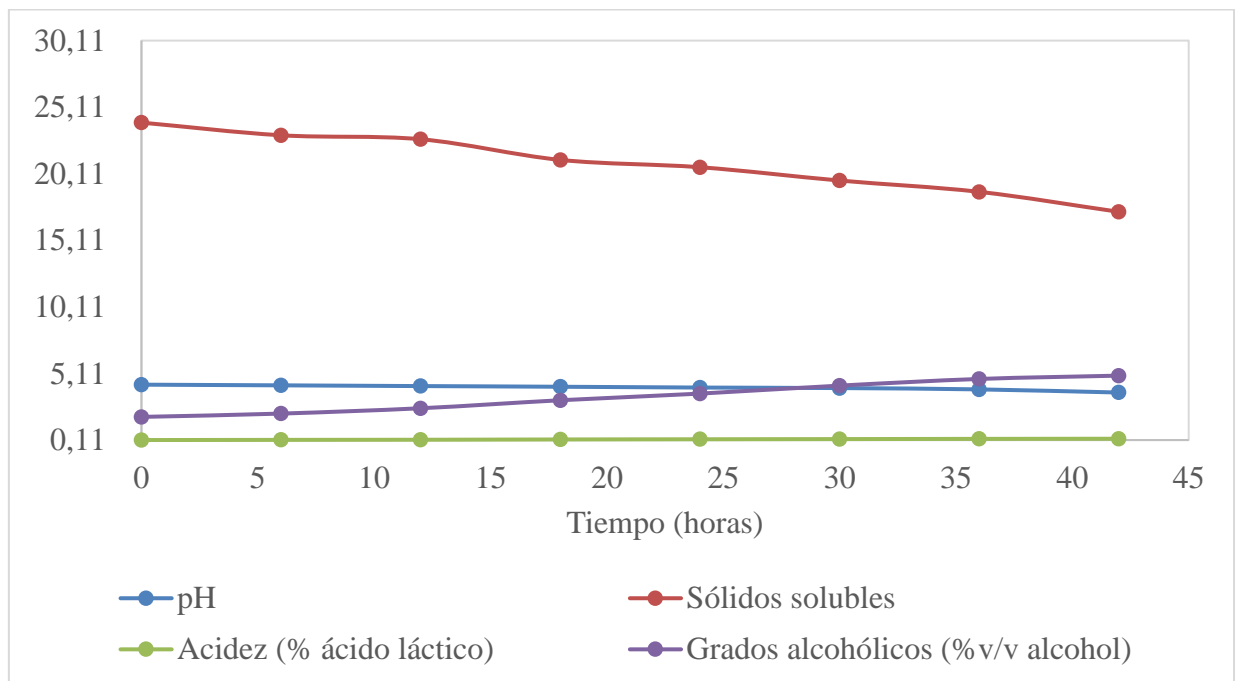
### 10.10. Comparación de las medias de los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 40.** Comparación de las medias de los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación.

Tiempo (horas)	pH	Sólidos solubles (°brix)	Acidez (% ácido láctico)	Grados alcohólicos (% v/v alcohol)
0	4,27	23,95	0,11	1,85
6	4,22	23	0,12	2,1
12	4,17	22,7	0,14	2,5
18	4,12	21,15	0,16	3,1
24	4,06	20,6	0,17	3,6
30	4,02	19,6	0,18	4,2
36	3,92	18,75	0,20	4,7
42	3,68	17,25	0,21	4,95

Elaborado por: Tipantuña N., (2020).

**Gráfico 12.** Comparación de las medias de los parámetros físico-químicos en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N., (2020).

De acuerdo a la tabla 40 y gráfico 12 se observa las medias de los parámetros físico - químicos evaluados durante la fermentación del masato del chonta; donde se logra evidenciar que el pH y sólidos solubles (°brix) disminuyen a medida que transcurre el tiempo; por otro lado, la acidez (% ácido láctico) y grados alcohólicos (% v/v alcohol) aumentan conforme pasa el tiempo de fermentación del masato de chonta.

De acuerdo a López (2015) estos valores dependen de la cantidad de azúcares en el mosto y la concentración de azúcares que tenga la jora, determinando así el grado alcohólico de la chicha, además, Gassen (2002) afirma, la disminución de pH es inversamente proporcional a la formación de ácido láctico debido a la descomposición de los azúcares por la actividad de bacterias ácido lácticas.

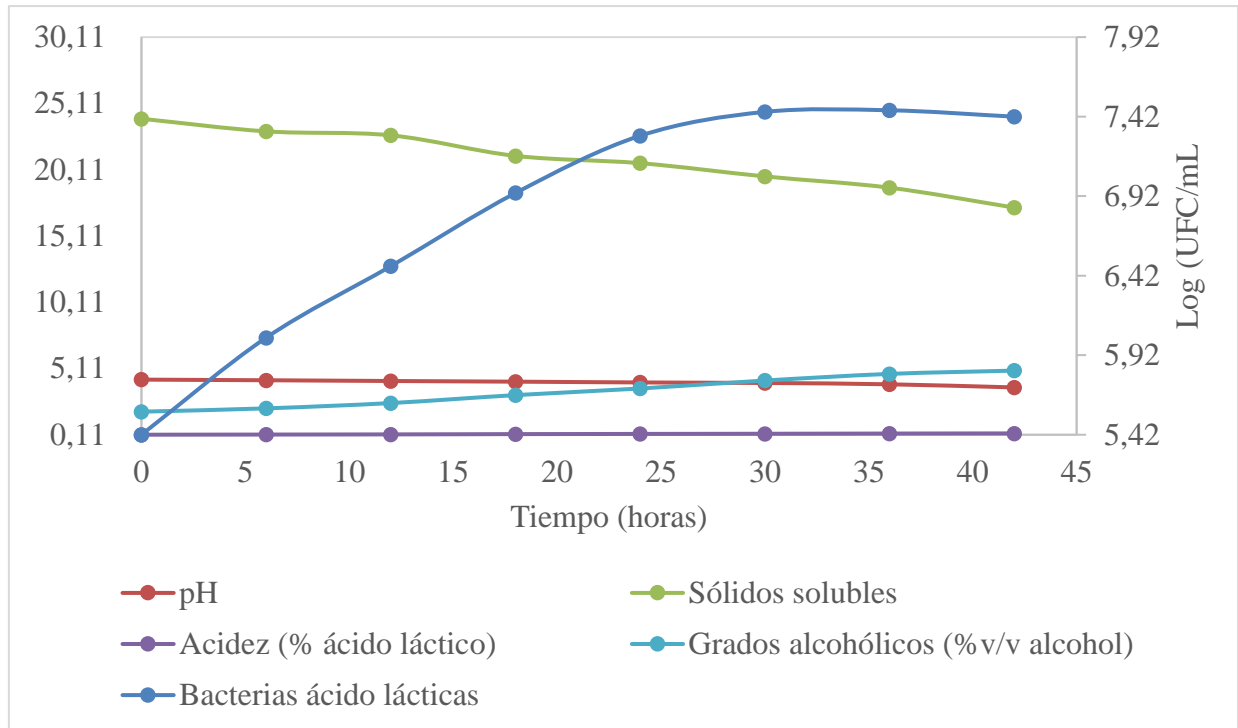
#### 10.11. Análisis de crecimiento de los microorganismos versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

**Tabla 41.** Análisis de crecimiento de bacterias ácido lácticas versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación.

Hora	Bacterias ácido lácticas (Log UFC/mL)	pH	Sólidos solubles (°brix)	Acidez (% ácido láctico)	Grados alcohólicos (%v/v alcohol)
0	5,42	4,27	23,95	0,11	1,85
6	6,03	4,22	23	0,12	2,1
12	6,48	4,17	22,7	0,14	2,5
18	6,94	4,12	21,15	0,16	3,1
24	7,30	4,06	20,6	0,17	3,6
30	7,45	4,02	19,6	0,18	4,2
36	7,46	3,92	18,75	0,20	4,7
42	7,42	3,68	17,25	0,21	4,95

Elaborado por: Tipantuña N., (2020).

**Gráfico 13.** Análisis del crecimiento de bacterias ácido lácticas versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo (horas) de fermentación.



**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

De acuerdo a la tabla 41 y gráfico 13 se observa el crecimiento de bacterias ácido lácticas versus los parámetros físico - químicos evaluados en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. Estos microorganismos inician su crecimiento a las 0 horas de fermentación con 5,42 log UFC/mL con pH de 4,27; sólidos solubles de 23,95 °brix; acidez de 0,11 % y grados alcohólicos de 1,85 %, a medida que avanza el tiempo los biomas aumentan hasta las 36 horas de fermentación con 7,46 log UFC/mL, posterior a ello se divisa el descenso de los microorganismos a las 42 horas de fermentación con 7,42 log UFC/ml, mientras que el pH disminuye alcanzado un valor de 3,68; los sólidos solubles alcanzan un valor de 17,25 °brix; la acidez aumenta a 0,21 % y los grados alcohólicos aumentan a 4,95 %.

En conclusión. Fula (2010), afirman que la presencia de altos recuentos de bacterias ácido lácticas se considera aceptable debido a que proporcionan un entorno selectivo a favor de los microorganismos fermentativos; por otro lado, para Jimoh, Ado, Ameh & Whong (2012) si la acidez de un sustrato es la adecuada para el crecimiento bacteriano y la concentración de azúcares simples es elevada, es muy probable que las bacterias lácticas crezcan excesivamente. Aguirre (2012) reporta un valor de 0.80 en % de ácido láctico en alimentos fermentados, dicho

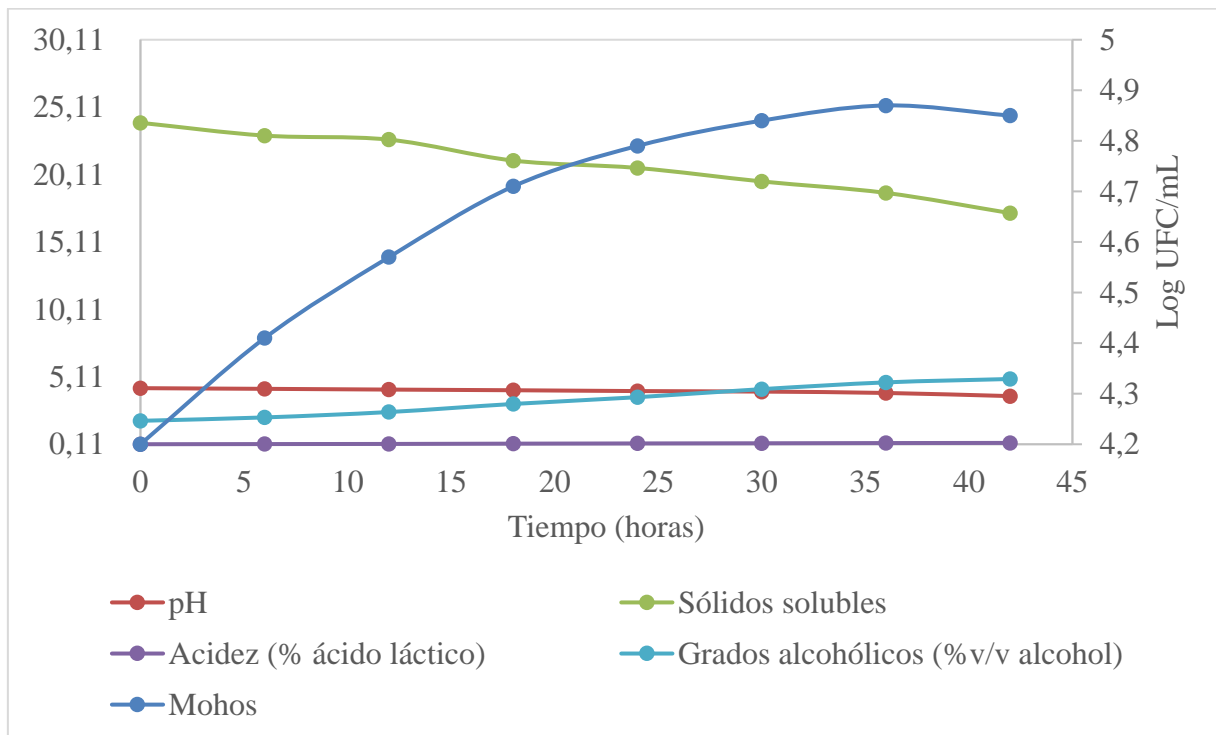
valor se compara con los datos obtenidos en el masato de chonta y se determina que existe variación entre los ensayos.

**Tabla 42.** Análisis del crecimiento de mohos versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación.

Hora	Mohos (Log UFC/mL)	pH	Sólidos solubles (°brix)	Acidez (% ácido láctico)	Grados alcohólicos (%v/v alcohol)
0	4,20	4,27	23,95	0,11	1,85
6	4,41	4,22	23	0,12	2,1
12	4,57	4,17	22,7	0,14	2,5
18	4,71	4,12	21,15	0,16	3,1
24	4,79	4,06	20,6	0,17	3,6
30	4,84	4,02	19,6	0,18	4,2
36	4,87	3,92	18,75	0,20	4,7
42	4,85	3,68	17,25	0,21	4,95

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 14.** Análisis de mohos con los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

Al observar la tabla 42 y gráfico 14, se establece el crecimiento de mohos con relación a los parámetros físico – químicos, donde los microorganismos a las 0 horas de fermentación poseen un valor de 2,20 log UFC/mL con pH de 4,27; sólidos solubles alcanzan un valor de 23,95 °brix; acidez de 0,11 % y grados alcohólicos de 1,85 %, estos valores cambian con el transcurrir del tiempo de fermentación, a la 42 horas el número de células adquiere un valor de 4,85 log UFC/mL, mientras que el pH disminuye a 3,68 al igual que los sólidos soluble; la acidez aumenta a 0,21 % y los grados alcohólicos a 4,95 %.

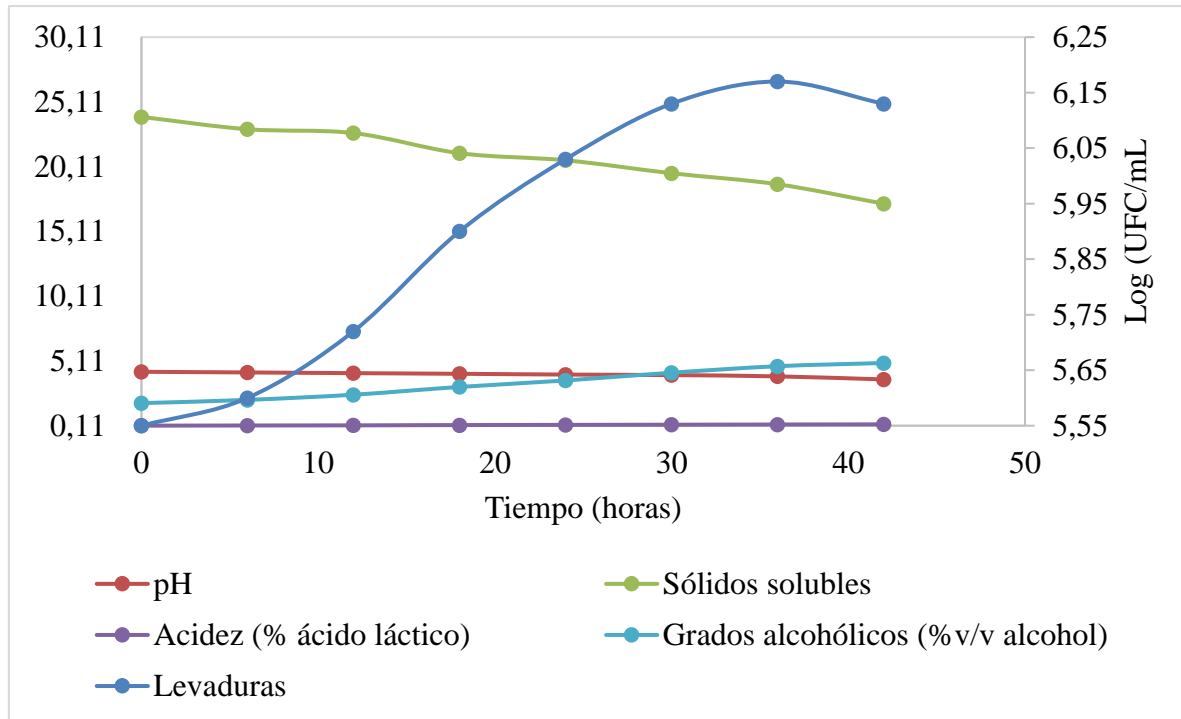
En conclusión, los mohos a diferencia de las bacterias, pueden crecer en ambientes muy húmedos y oscuros; la acidez que poseen las bebidas fermentadas favorecen el crecimiento de estos microorganismos, por otro lado, López, Ramírez, Mambuscay & Osorio (2010) en su reportó un valor de 1 en % de ácido láctico en la evaluación de la chicha de jora, este valor es superior al encontrado en el masato de chonta.

**Tabla 43.** Análisis del crecimiento de levaduras versus los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación.

<b>Hora</b>	<b>Levaduras (Log UFC/mL)</b>	<b>pH</b>	<b>Sólidos solubles (°brix)</b>	<b>Acidez (% ácido láctico)</b>	<b>Grados alcohólicos (%v/v alcohol)</b>
0	5,55	4,27	23,95	0,11	1,85
6	5,60	4,22	23	0,12	2,1
12	5,72	4,17	22,7	0,14	2,5
18	5,90	4,12	21,15	0,16	3,1
24	6,03	4,06	20,6	0,17	3,6
30	6,13	4,02	19,6	0,18	4,2
36	6,17	3,92	18,75	0,20	4,7
42	6,13	3,68	17,25	0,21	4,95

**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

**Gráfico 15.** Análisis del crecimiento de levaduras versus los parámetros físicos - químicos en función del tiempo de fermentación.



Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

Se observa en la tabla 43 y gráfico 15 el crecimiento de las levaduras versus los parámetros físico - químicos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta. Las levaduras inician su crecimiento a las 0 horas con 5,55 log UFC/mL con un pH de 4,27; sólidos solubles de 23,95 °brix; acidez de 0,11 % y grados alcohólicos de 1,85 %, a medida que transcurre el tiempo de fermentación el número de células aumenta hasta las 36, pasado este tiempo las levaduras descienden a las 42 horas con 6,13 log UFC/mL, mientras que el pH disminuye a un valor de 3,68; los sólidos solubles disminuyen a 17,25 °brix; la acidez a 0,21 % y los grados alcohólicos aumentan a 4,95 %.

En conclusión, a medida que avanza el proceso de fermentación las levaduras consumen los azúcares, al agotarse los azúcares del masato chonta y al aumentar el contenido de alcohol, las levaduras empiezan la fase progresiva de muerte. Para Paramo (2016) enuncia que en las levaduras los valores de pH comprendidos entre 3 y 6 son la mayoría de las veces favorables para el crecimiento y actividad fermentaria, los valores reportados en la investigación se encuentran dentro del rango establecido por dicho autor.

## **11. IMPACTO (TÉCNICO, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).**

### **11.1. Impacto técnico.**

El impacto técnico que tiene esta investigación es positivo, ya que se proporciona información verídica en base a los resultados de la cinética de crecimiento de los microorganismos y de los parámetros físico-químico evaluados durante la fermentación del masato de chonta, con el fin proponer nuevas tecnologías y métodos para la elaboración de esta bebida en la agroindustria.

### **11.2. Impacto social.**

El impacto social es positivo porque difunde la importancia del consumo de chonta debido a su alto contenido de nutrientes, por esta razón, puede ser utilizada por industrias interesadas en la producción y comercializar este producto; además, es de gran importancia introducir al mercado la chicha de chonta creando alternativas para el consumidor, para así mejorar los ingresos económicos y la calidad de vida de los productores de la chonta.

### **11.3. Impacto ambiental.**

Para la realización de este proyecto el impacto ambiental que se genera es mínimo con relación a otras investigaciones, puesto que los desechos sólidos que se generan al elaborar la bebida fermentada a base de chonta son utilizados como fuente de alimento para animales y abono orgánico contribuyendo así al medio ambiente.

### **11.4. Impacto económico.**

El impacto económico que genera la investigación está relacionada directamente con los agricultores que producen la materia prima (chonta) y la asociación “Agua viva”, quienes elaboran bebidas ancestrales fermentadas a partir de este producto, incrementado sus ingresos económicos y creando emprendimientos en beneficio de los habitantes de la Parroquia Madre Tierra.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.

Tabla 44. Presupuesto del proyecto.

RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>HUMANOS</b>				
Tutora	1	-	-	-
Lectores	3	-	-	-
Postulante	1	-	-	-
<b>EQUIPOS</b>				
Refrigeradora	1	u*	\$ 2.500,00	\$ 250,00
Calentador	1	u*	\$ 876,00	\$ 87,60
Cámara de flujo laminar	1	u*	\$ 3.908,00	\$ 390,80
Autoclave	1	u*	\$ 535,00	\$ 53,50
Contador de colonia	1	u*	\$ 340,00	\$ 34,00
Incubadora	1	u*	\$ 1.400,00	\$ 140,00
Balanza analítica	1	u	\$ 120,00	\$ 120,00
Refractómetro	1	u	\$ 250,00	\$ 250,00
Potenciómetro	1	u	\$ 55,00	\$ 55,00
Acidómetro	1	u	\$ 100,00	\$ 100,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 1.480,90</b>
<b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>				
Placas 3M® Petrifilm™ para el recuento de mohos y levaduras.	48	u	\$ 1,21	\$ 58,08
Placas 3M® Petrifilm™ para el recuento bacterias ácido lácticas.	48	u	\$ 1,39	\$ 66,72
Agua de peptona.	500	g	\$ 0,10	\$ 50,00
Agua destilada.	4	L	\$ 1,00	\$ 4,00
Hidróxido de sodio 0.1 N.	1	L	\$ 1,00	\$ 1,00
Fenolftaleína.	1	u	\$ 3,00	\$ 3,00
Alcohol antiséptico.	1	u	\$ 1,80	\$ 1,80
Jabón neutro.	1	u	\$ 1,80	\$ 1,80
Geles.	4	u	\$ 1,00	\$ 4,00
Erlenmeyer.	1	u	\$ 8,00	\$ 8,00
Pipetas graduadas.	19	u	\$ 2,00	\$ 38,00
Vasos de precipitación.	2	u	\$ 2,00	\$ 4,00
Tubos de ensayo.	96	u	\$ 0,50	\$ 48,00
Frascos para muestras.	16	u	\$ 2,00	\$ 32,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 320,40</b>
<b>MATERIA PRIMA</b>				
Masato de chonta.	3200	g	\$ 0,01	\$ 32,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 32,00</b>
<b>MATERIALES/OFICINA</b>				
Carpetas.	2	u	\$ 0,50	\$ 1,00
Esferos	3	u	\$ 0,40	\$ 1,20
Copias	200	u	\$ 0,02	\$ 4,00
Impresiones	1000	u	\$ 0,10	\$ 100,00

Anillados	8	u	\$ 1,25	\$ 10,00
Cds con portada	4	u	\$ 1,25	\$ 5,00
Empastados	3	u	\$ 15,00	\$ 45,00
Internet	320	Horas	\$ 0,60	\$ 192,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 358,20</b>
<b>SALIDA DE CAMPO</b>				
Transporte	2	Días	\$ 7,50	\$ 15,00
Alimentación	2	Días	\$ 9,00	\$ 18,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 33,00</b>
Total de recursos				\$ 2.224,50
Gastos varios				\$ 100,00
Subtotal				\$ 2.390,50
Imprevistos		15%		\$ 239,05
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2.629,55</b>

\*Valor calculado en función de precio/vida útil para 10 años

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 13.1. Conclusiones.

- Los microorganismos fueron cuantificados mediante la siembra en placas 3M® petrifilm™ con agares selectivos con el fin de determinar la curva de crecimiento microbiano durante el tiempo de fermentación del masato de chonta, donde las bacterias ácido lácticas inician su crecimiento con 5,42 log UFC/mL hasta las 30 horas con 7,45 log UFC/mL, a las 36 horas se observa un reposo de 7,46 log UFC/mL, a las 42 horas ocurre el descenso de la carga microbiana con 7,42 log UFC/mL; para el caso de mohos en etapa inicial posee un valor de 4,20 log UFC/mL hasta las 36 horas con 4,87 log UFC/mL, pasado este tiempo los microorganismos descienden su crecimiento a las 42 horas con 4,85 log UFC/mL; las levaduras a las 0 horas se portan un valor de con 5,55 log UFC/mL hasta las 36 horas con 6,17 log UFC/mL, a las 42 horas existe un declive de los microorganismos con 6,13 log UFC/mL; comparando los datos obtenidos en la investigación con la NTE INEN 2262:2003 la cual establece el límite permisible de mohos y levaduras de 1,7 log UFC/ml en etapa final de fermentación se determina que no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por tal normativa debido a la materia prima y el tiempo de fermentación que tiene el masato de chonta.

- Los parámetros cinéticos del crecimiento poblacional se establecieron con relación a la fase exponencial de cada microorganismos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta, en bacterias ácido lácticas la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) es 0,1369 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 5,06 horas y número de generaciones de 4,74; en mohos la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) es 0,0355 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación 19,52 horas y número de generaciones de 1,54; mientras que en levaduras la velocidad máxima de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) es 0,0441 ( $h^{-1}$ ), con tiempo de generación de 15,70 horas y un número de generaciones de 1,91.
- Los parámetros físico - químicos fueron evaluados cada 6 horas durante el proceso de fermentación del masato de chonta dando los siguientes resultados: el pH inicial es de 4,27 hasta 3,68; los sólidos solubles (°brix) al inicio de la fermentación es de 23,95 °brix y va reduciendo paulatinamente hasta llegar a 17,25 °brix; la acidez se expresa en % de ácido láctico e inicia con 0,11% hasta 0,21% y los grados alcohólicos poseen un valor inicial de 1,85% y finaliza con 4,95%; los valores de pH y acidez en etapa final de fermentación se compararon con la NTE INEN 2262: 2003 y se establece que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por tal normativa y la bebida puede ser consumida.

### 13.2. Recomendaciones.

- Efectuar análisis nutricionales de la chicha de chonta con la finalidad de conocer el aporte que brinda este producto y promover el consumo, además, es importante la realización de análisis microbiológicos de coliformes totales y aerobios mesófilos para conocer la carga microbiana que posee el masato de chonta al finalizar el proceso de fermentación con el fin de determinar la vida útil del producto.
- El muestreo se debe realizar con las debidas precauciones con el fin de evitar la contaminación cruzada y en intervalos más cortos para diferenciar de manera eficaz las fases de crecimiento celular.
- Se recomienda el uso de placas Petrifilm, ya que facilitan la siembra de las muestras, reducen el tiempo del recuento de los microorganismos y son fáciles de utilizar, además, es importante realizar las siembras con disoluciones ya que permitiendo la fácil cuantificación de los microorganismos.

#### 14. BIBLIOGRAFÍA.

- Adams, M., & Moss, M. (2008). Food Microbiology. *The Royal Society of Chemistry. USA, 12(1), 45-89.*
- Aguirre García, J. S. (2012). *Variabilidad de la inactivación microbiana y de la fase de latencia de los microorganismos supervivientes a diferentes tratamientos conservantes de alimentos.* Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid, 24(1), 3-129.
- Álvarez, R., Manzano, J., Materano, W., & Valera, A. (2009). *Caracterización química y sensorial del vino artesanal de tomate de árbol (Cyphomandra betaceae (Cav.) Sendth).* Revista Científica UDO Agrícola, 436-441.
- Anrango, S. L. (2013). *Evaluación de tres tipos de Maíz (Zea mays) Suave Morado, Suave Dulce Blanco y Suave Dulce Amarillo, en la elaboración de Chicha de Jora.* Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Arana I., Orruño M., y Barcina I. (2010). *Cálculo de los parámetros que definen el crecimiento bacteriano.* Universidad del País Vasco. Departamento Inmunología, Microbiología y Parasitología.
- Baca Armas, I. C. (2016). *Caracterización de microorganismos con capacidad fermentativa en proceso de elaboración de la chicha de yamor.* Quito: Universidad tecnológica Equinoccial, 2(1), 4-53.
- Bailón, R (2012). *Fermentaciones industriales.* Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Callao- Perú
- Baltes, W. (2007). *Química de los Alimentos. Productos de consumo alcohólicos.* Editorial Acribia. Zaragoza. (España).
- Bamforth, C. (2007). *Alimentos, Fermentación y Microorganismos.* Editorial Acribia. Zaragoza. (España).
- Benavides, P., & Karina, J. (2013). *Parámetros óptimos en la Fermentación Alcohólica para Industrializar la Chicha de Jora en la Procesadora de Alimentos y Bebidas Kutacachi*

- Sara Mama. Riobamba: Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 1(1),
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación (No. 001.42 B4564m Ej. 1 022619)*. Pearson.
- Cabeza, A. E. (2011). *Fundamentos de Microbiología Predictiva: aplicaciones teóricas y prácticas. 1ra edición. Pamplona-Colombia*. Universidad de Pamplona.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., y Velázquez O, (2017). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed.* Facultad de Química, UNAM. México.
- Campos, P. (2012). *Biología. Barcelona-España*. Vines Vives.
- Carrera, M. (2014). Caracterización Físico-química y Microbiológica de las Principales Bebidas Fermentadas de la Provincia de Pichincha.
- Cervantes, M., & Pedroza, A. (2007). El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. *NOVA*, 135-146.
- Chavarrea, M., (2011). *Elaboración y conservación con fines agroindustriales y comerciales de la chicha de jora y quinua en las comunidades beneficiarias del proyecto RUNA KAWSAY.*, Facultad de Ciencias Agropecuarias., Ingeniería Agroindustrial., Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
- Concha, H., Agudelo, C., & Toro, R., (2010). *Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: Lactobacillus plantarum A6 y bacterias ácido lácticas de yogurt*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, 8(2), 8-16.
- Elizaquível, P., Pérez, A., Yépez, A., Aristimuño, C., Jiménez, E., Cocconcelli, P., et al. (2015). *Pyrosequencing vs. culture-dependent approaches to analyze lactic acid bacteria associated to chicha. a traditional maize-based fermented beverage from Northwestern Argentina*. Elsevier: International Journal of Food Microbiology, 198, 918
- Escobar, Mejía, V., Velásquez Sánchez, D. X., & Gutiérrez Restrepo, C. C. (2012). *Plan de negocio exportador chontaduro en conserva Cachipay*. Universidad Técnica de Amabato.

- Escudero, M., & Grijalva, N. (2014). *Diversidad microbiana asociada a la chicha de arroz: una bebida tradicional de Bolívar-Ecuador*. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica Equinoccial.
- Escudero, M., Pazmiño, D., & Grijalva, N. (2014). *Diversidad microbiana asociada a la chicha de arroz: una bebida tradicional de Bolívar - Ecuador*. Enfoque UTE, 5(3), 1-14.
- Estévez, I. R., & Ricardo, L. (2011). *Caracterización de la cinética de crecimiento de microorganismos lácticos a través de ultrasonidos y su transformada wavelet*. Instituto Politécnico Nacional.
- Farinango Capelo, E. A. (2015). *Evaluación Nutricional y diseño del etiquetado de las chichas (jora y morada), elaboradas en la Fundación Andinamarca, Calpi-Riobamba*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Fula, A. (2010). *Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz. Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Galecio, G. M., & Haro, C. F. (2012). *Bebidas fermentadas en base a "maíz negro" Zea mays l. poaceae; con el eco tipo "racimo de uva" y la variedad "mishca" de la serranía ecuatoriana*. Universidad Politécnica Ecuatoriana
- Gamazo, C., López, I., & Díaz, R. (2009). *Manual Práctico de Microbiología. Barcelona – España*. Elsevier Masson.
- Gámez-Jurado, H., & Gúzman-Insuasty, M. (2015). *Determinación de la cinética, pruebas de crecimiento y efecto de inhibición in vitro de Lactobacillus casei en Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus agalactiae y Escherichia coli*. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 62(2), 23-39.
- Garibay, G., Ramírez, Q., & Munguía, L. (2004). *Bioteología. Balderas--México*: Limusa.
- Gassen, M. (2002). *Microbiological studt of Sobia: a fermented beverage in the Western province of Saudi Arabia*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18, 173-177.
- Giles, M., Hernández, G., Córdova, M., López, A., Cosset, G., Bolívar, F., et al. (2001). *Estudio de la diversidad bacteriana durante la fermentación del pulque, aproximación polifásica*. XII Congreso Nacional de Bioteología y Bioingeniería.

- Guerra, S., Solís, J., Camarillo, A., Reyes, M. T., González, M., & Aguilar, B. (2009). *Aislamiento e Identificación de microorganismos nativos en la fermentación del tejuino artesanal*. SIPAL.
- Guillén, J., Mori, S., & Paucar, L. M. (2014). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. subnigroviolaceo*. Scientia Agropecuaria, 5, 211-217.
- Guzmán, A. (2011). *Chontaduro AAA. Apetitoso alimento y medicina*. Universidad Estatal Amazónica.
- Herrera, M., Muñoz, J. (2003). *Elaboración de bebidas alcohólicas mediante fermentación natural y controlada con cepa de Saccharomyces cerevisiae a partir de frutas de la región: Babaco y uvilla*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador
- Herrera, T. (2007). *Los hongos en la cultura mexicana: bebidas y alimentos tradicionales fermentados, hongos alucinógenos*. Etnobiología, 5, 108116.
- Herrera-Solórzano, M., Lappe-Oliveras, P., & Wachter-Rodarte, C. (2008). Identificación Polifásica de levaduras y bacterias ácido lácticas aisladas de aguamiel, pulque y semilla. In *VII simposio de producción de alcoholes y levaduras*.
- Hough, J. (2009). *Biología de la cerveza y la malta*. Zaragoza: Acribia S.A
- Hours, R., Ferreyra, M., Schwab, M., Gerard, L., Zapata, L., Davies, C. (2005). *Fermentación alcohólica de jugo de naranja con S. cerevisiae*. Ciencia docencia y tecnología n. 39. Uruguay
- Hoyos, L., Urbano, F., Villada, H., Mosquera, S., & Navia, D. (2010). *Determinación de Parámetros Fermentativos para la Formulación y Obtención de Vino de Naranja (Citrus sinensis)*. Sector Agropecuario y Agroindustrial 1(8), p. 4-202
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1986). *Conservas vegetales; Determinación de sólidos salubres*. No. 0380. Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1994). *Bebidas Alcohólicas. Determinación del grado alcohólico*. No. 0340. Quito – Ecuador.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1994). *Bebidas alcohólicas; Muestreo*. No. 0339. Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). *Bebidas alcohólicas; Cerveza; Determinación de acidez total*. No. 2323. Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). *Método de potenciómetro; Determinación del pH*. No. 2325. Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2003). *Bebidas alcohólicas; Cerveza*. No. 2262. Quito-Ecuador.
- Jimoh, S., Ado, S., Ameh, J., & Whong, C. (2012). *Characteristics and Diversity of Yeast in Locally Fermented Beverages Sold in Nigeria*. *World of Engineering and Pure and Applied Sci.*, 2(2).
- Jurado-Gámez, H., Ramírez, C., & Aguirre, D. (2013). *Cinética de fermentación de Lactobacillus plantarum en un medio de cultivo enriquecido como potencial probiótico*. *Veterinaria y Zootecnia*, 7(2).
- Kıvanç, M., Yılmaz, M., & Çakır, E. (2011). *Isolation and identification of lactic acid bacteria from boza, and their microbial activity against several reporter strains*. *Turk Journal Biology*, 35, págs. 313-324.
- Kumar, A., & Mishra, S. (2010). *Studies on production of alcoholic beverages from some tropical fruits*. *Indian J Microbiol*, 88-92.
- Lima, B. (2019). *Evaluación de la fermentación de chonta (Bactris gasipaes) empleando microorganismos fermentadores kéfir y levaduras para la obtención de una bebida fermentada*. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- López Guanin, E. M. (2015). *“Caracterización Físico - Química y Microbiológica de las Bebidas Fermentadas de la Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas”*. Universidad Tecnología Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

- López Quiñonez, H. A. (2015). *Diversidad microbiana asociada a los procesos de fermentación de la chicha de jora de Imbabura-Ecuador*. Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- López, W., Ramírez, M., Mambuscay, L. & Osorio, E. (2010). *Diversidad de levaduras asociadas a chichas tradicionales de Colombia*. Vol. XII No. 2. (Colombia)
- Macfaddin, J. F. (2015). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. Ed. Médica Panamericana.
- Massaguer, H. (2014). Factores que afectan a los alimentos. *Alimentarya*.
- Mayorga, V. (2010). *Estudio de las propiedades reológicas y funcionales del maíz nativo "racimo de uva" (Zea mays. L)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Moore, D., Robson, G. D., & Trinci, A. P. (2011). *21st century guidebook to fungi with CD*. Cambridge University Press.
- Mora Dután, Y. E. (2014). Modelación cinética de la fermentación alcohólica del zumo de pomarroja.
- Moreno, R. (2015). *Determinación de las características microbiológicas, bioquímicas, físicoquímicas y sensoriales para la Estandarización del proceso de Elaboración de Tepache*. Universidad Autónoma Metropolitana; División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Olof, S. (2008). *Food Microbiology*. (Editorial Stockholm). Sweden
- Ortega Olgún, I. (2014). Comparación de métodos de cuantificación de bacterias lácticas expuestas.
- Padilla Palacios, M. F. (2010). Aplicación de la chicha de jora en 30 recetas estandarizadas (Bachelor's thesis).
- Páez Velasco, P. L. (2016). *Cinética de crecimiento del cultivo iniciador (Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus) durante la fermentación y almacenamiento de yogur con quinua (harina y entera)*. Ciencias de la Ingeniería e Industrias Facultad: Ingeniería de Alimentos

- Paramo Suarez, A. B. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de bebidas fermentadas de la Provincia del Carchi*. Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Parreño Carrera, J. C. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas tradicionales de la Provincia de Chimborazo*. Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Pazmiño, D., Escudero, M., & Grijalva, N. (2014). *Microbial diversity associated to “rice chicha”*: a traditional beverage in Bolivar-Ecuador. *Enfoque UTE*, 5(3), 1-14.
- Pomasqui, J. (2012). Parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la Chicha de Jora en la Procesadora de alimentos y bebidas KUTACACHI SARA MAMA.
- Puerta Quintero, G. I. (2010). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Puerta, G. I. (2013). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*. *Ciencias de la Ingeniería e Industrias*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Ramírez, M., & Williams, D. (2003). Bebidas: Chicha de Jora. En Guía agroculinaria de Cotacachi, Ecuador y alrededores (págs. 48-49). *Cali: Feriva*.
- Ray, B. & Bhunia, A. (2010). *Fundamentos de Microbiología de los Alimentos*. (4th Edición). Editorial McGraw Hill. México D.F. (México).
- Recalde, D. (2010). *Elaboración de una bebida Alcohólica de jícama y manzana*. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional.
- Restrepo, O., Vinasco, I., Elena, L., & Estupiñán, R., (2012). Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de chontaduro (*bactris gasipaes*) de la región del pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*, 16.
- Rodríguez J. Á. (2015). La historia de la caña: azúcares, aguardientes y rones en Venezuela, siglos XVI-XX. *Editorial Alfa*.
- Rodríguez, M. R. (2016). *Variabilidad de la inactivación microbiana y de la fase de latencia de los microorganismos supervivientes a un proceso de acidificación*. Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid.

- Rosas, A. (2012). Análisis de chicha de jora como elemento de identidad gastronómica y cultural de la ciudad de Cuenca. *Cuenca, Ecuador*.
- Sánchez, L. (2005). *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*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Sánchez, M., & López, C. (2010). *Estudio preliminar del Axokot, bebida tradicional fermentada, bajo una perspectiva transdisciplinaria*. México: Instituto de Química. Universidad Simón Bolívar.
- Sarango, N., & Yanchapanta, R. (2019). *Cinética del crecimiento de microorganismos durante el proceso de fermentación de tres bebidas ancestrales a partir de yuca (Manihot esculenta)*. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Smith J. E. (2009). *Biotechnology (C.u. Press Ed. 5TH Ed.)*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Tamayo, G., & Román, J. (2010). *Estudio investigativo del chontaduro, análisis de sus propiedades, explotación y aplicación creativa en el ámbito culinario* (Doctoral dissertation, Tesis de Titulación, Facultad de Turismo y Preservación Ambiental, Hotelería y Gastronomía, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador).
- Tawas Penagos, M. (2019). *Comportamiento cinético de crecimiento de Saccharomyces cerevisiae Meyen ex EC Hansen, aisladas de la bebida tradicional " Chicha de Chilacayote"*. Doctoral dissertation, Instituto en Ciencias Biológicas-Licenciatura en Biología-UNICACH.
- Terán Andrade, J. V. (2014). *Caracterización físico-química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas de la Provincia de Imbabura*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad: Ciencias de la Ingeniería.
- Tubón, L. J. (2014). *Obtención de una bebida de bajo contenido alcohólico mediante hidrólisis y fermentación semi-sólida del chontaduro*. Universidad Estatal Amazónica.

- Villena Balseca, W. X. (2015). *Obtención de una bebida instantánea a base de harina extruida de chontaduro (bactris gasipaes)*. Universidad Estatal Amazónica.
- Wu, J. Z., Cheung, P. C., Wong, K. H., & Huang, N. L. (2013). Studies on submerged fermentation of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer—Part 1: physical and chemical factors affecting the rate of mycelial growth and bioconversion efficiency. *Food chemistry*, 81(3), 389-393.
- Zurita Iza, E. M. (2017), en la investigación realizada *Caracterización físico-química y microbiológica de las bebidas fermentadas más representativas de la Provincia del Cañar*. Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Zurita, W. (2011). *Elaboración de vino de frutas Pitahaya (Hylocereus triangularis) y Carambola (Averrhoa L) en tres diferentes concentraciones de mosto y con dos tipos de levaduras del género Saccharomyces (S. cereviceae y S. ellipsoideus)* Tesis de grado Ing. Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica del Cotopaxi.

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida del docente tutor.

#### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Andrade Aulestia

NOMBRES: Patricia Marcela

ESTADO CIVIL: Casada

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0502237555

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: Dos

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 8 de diciembre de 1979

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Ciudadela Nueva Vida

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032386556

TELÉFONO CELULAR: 0987178396

E-MAIL INSTITUCIONAL: patricia.andrade@utc.edu.ec

E-MAIL PERSONAL: marfre305@hotmail.com

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

# DE CARNET CONADIS:



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCERO	Doctora en Medicina veterinaria y Zootecnia	13 julio 2005	1020-05588012
CUARTO	Diploma en Educación Superior	11 mayo 2010	1020-1172992
	Magister en Gestión de la Producción	30 octubre 2013	1020-1486043069

#### HISTORIAL PROFESIONAL FACULTAD EN LA QUE LABORA:

Ciencias Agropecuarias y Recursos naturales

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Educación – Formación de Personal Docente y Ciencias de la Educación

Ingeniería, Industria y Construcción – Ingeniería Agroindustrial

Agricultura - Veterinaria

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 28 de abril del 2005

.....  
Dra. Andrade Aulestia Patricia Marcela Mg.

CI: 0502237555

**Anexo 2.** Hoja de vida del estudiante.

**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Tipantuña Chiluisa

NOMBRES: Nancy Verónica.

CEDULA: 0503855967

FECHA DE NACIMIENTO: 01 de noviembre de 1995.

ESTADO CIVIL: Soltera

NACIONALIDAD: ecuatoriana

CIUDAD: Latacunga

DOMICILIO: Barrio Salache Grande

CELULAR: 0987802201

E-MAIL: nancy.tipantuna5967@utc.edu.ec



**FORMACIÓN ACADÉMICA**

ESTUDIOS PRIMARIOS: Cabo Primero Gonzalo Montesdeoca.

DIRECCIÓN: Barrio Salache Grande.

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Colegio Técnico Luis Fernando Ruiz.

DIRECCIÓN: Latacunga

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi.

IDIOMAS: Suficiencia en Ingles B1.

**CURSOS REALIZADOS**

II Seminario Internacional de inocuidad de alimentos.

I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustrias 2017

II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencia y Tecnología e Ingeniería de alimentos 2018.

.....  
Tipantuña Chiluisa Nancy Verónica

CI: 0503855967

**Anexo 3.** Registro de la cuantificación de las colonias del análisis microbiológico del masato chonta.

Disoluciones	0 horas						6 horas						12 horas						18 horas					
	Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
$10^{-1}$	402	405	12	14	98	96	420	423	28	27	101	103	450	457	40	42	134	136	453	449	55	55	146	148
$10^{-2}$	380	383	13	15	79	77	380	376	26	26	86	84	400	403	35	33	98	97	302	305	53	52	123	121
$10^{-3}$	262	265	15	17	51	55	284	287	25	26	56	59	378	376	37	38	73	76	245	248	50	52	96	94
$10^{-4}$	112	114	8	6	34	37	100	112	12	11	39	40	300	299	22	11	52	54	123	126	48	46	79	80
$10^{-5}$	95	93	3	4	23	24	87	85	9	12	21	23	296	294	9	6	43	41	87	89	30	29	57	53
$10^{-6}$	71	69	0	1	15	17	67	64	0	0	12	11	165	162	0	0	29	27	64	67	15	16	32	29

Disoluciones	24 horas						30 horas						36 horas						42 horas					
	Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras		Bacterias ácido lácticas		Mohos		Levaduras	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
$10^{-1}$	462	465	65	67	178	178	480	482	71	73	167	170	565	563	77	78	156	160	545	559	75	77	157	161
$10^{-2}$	402	406	62	63	145	148	433	435	70	71	156	158	486	483	75	74	153	155	467	469	73	74	145	142
$10^{-3}$	378	380	60	62	132	134	396	394	69	70	143	147	395	396	73	75	151	150	398	395	71	72	130	129
$10^{-4}$	256	258	51	54	106	107	329	330	53	52	134	135	300	305	61	59	149	148	302	304	69	68	134	135
$10^{-5}$	200	198	45	53	89	94	282	285	34	36	95	97	292	289	52	49	97	95	260	263	55	57	88	91
$10^{-6}$	134	135	36	34	62	59	212	215	22	24	56	54	245	246	43	41	75	77	195	199	45	41	63	65

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 4.** Cálculos de las UFC/mL de los microorganismos.

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \frac{\text{Número de colonias de la placa} * \text{Factor de dilución}}{\text{Volumen del inóculo}}$$

**Dónde:**

**UFC/mL:** Unidades formadoras de colonias/mL.

**Número de colonias de la placa:** Numero de la cuantificación de las colonias.

**Factor de dilución:** Inverso del factor de dilución.

**Volumen del inóculo:** 1 ml de la muestra.

- **Cálculo de la UFC/mL de bacterias ácido lácticas a las 0 horas.**

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \frac{403,5 * 10}{1}$$

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = 4040$$

Notación científica = 4,04X10<sup>3</sup>

- **Cálculo de la UFC/mL de mohos a las 0 horas.**

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \frac{13 * 10}{1}$$

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = 130$$

Notación científica = 1,30X10<sup>2</sup>

- **Cálculo de la UFC/mL de levaduras a las 0 horas.**

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = \frac{97 * 10}{1}$$

$$\text{Recuento} \left( \frac{\text{UFC}}{\text{mL}} \right) = 970$$

2Notación científica = 9,70X10<sup>2</sup>

**Anexo 5.** Resultados de la carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

0 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	402	405	403,5	$1,00 \times 10^1$	$4,04 \times 10^3$	3,61
$10^{-2}$	380	383	381,5	$1,00 \times 10^2$	$3,82 \times 10^4$	4,58
$10^{-3}$	262	265	263,5	$1,00 \times 10^3$	$2,64 \times 10^5$	5,42
$10^{-4}$	112	114	113	$1,00 \times 10^4$	$1,13 \times 10^6$	6,05
$10^{-5}$	95	93	94	$1,00 \times 10^5$	$9,40 \times 10^6$	6,97
$10^{-6}$	71	69	70	$1,00 \times 10^6$	$7,00 \times 10^7$	7,85

6 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	420	423	421,5	$1,00 \times 10^1$	$4,22 \times 10^3$	3,62
$10^{-2}$	380	376	378	$1,00 \times 10^2$	$3,78 \times 10^4$	4,58
$10^{-3}$	284	287	285,5	$1,00 \times 10^3$	$2,86 \times 10^5$	5,46
$10^{-4}$	100	112	106	$1,00 \times 10^4$	$1,06 \times 10^6$	6,03
$10^{-5}$	87	85	86	$1,00 \times 10^5$	$8,60 \times 10^6$	6,93
$10^{-6}$	67	64	65,5	$1,00 \times 10^6$	$6,55 \times 10^7$	7,82

12 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	450	457	453,5	$1,00 \times 10^1$	$4,54 \times 10^3$	3,66
$10^{-2}$	400	403	401,5	$1,00 \times 10^2$	$4,02 \times 10^4$	4,60
$10^{-3}$	378	376	377	$1,00 \times 10^3$	$3,77 \times 10^5$	5,58
$10^{-4}$	300	299	299,5	$1,00 \times 10^4$	$3,00 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	296	294	295	$1,00 \times 10^5$	$2,95 \times 10^7$	7,47
$10^{-6}$	165	162	163,5	$1,00 \times 10^6$	$1,64 \times 10^8$	8,21

18 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	453	449	451	$1,00 \times 10^1$	$4,51 \times 10^3$	3,65
$10^{-2}$	302	305	303,5	$1,00 \times 10^2$	$3,04 \times 10^4$	4,48
$10^{-3}$	245	248	246,5	$1,00 \times 10^3$	$2,47 \times 10^5$	5,39
$10^{-4}$	123	126	124,5	$1,00 \times 10^4$	$1,25 \times 10^6$	6,10
$10^{-5}$	87	89	88	$1,00 \times 10^5$	$8,80 \times 10^6$	6,94
$10^{-6}$	64	67	65,5	$1,00 \times 10^6$	$6,55 \times 10^7$	7,82

24 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	462	465	463,5	$1,00 \times 10^1$	$4,64 \times 10^3$	3,67
$10^{-2}$	402	406	404	$1,00 \times 10^2$	$4,04 \times 10^4$	4,61
$10^{-3}$	378	380	379	$1,00 \times 10^3$	$3,79 \times 10^5$	5,58
$10^{-4}$	256	258	257	$1,00 \times 10^4$	$2,57 \times 10^6$	6,41
$10^{-5}$	200	198	199	$1,00 \times 10^5$	$1,99 \times 10^7$	7,30
$10^{-6}$	134	135	134,5	$1,00 \times 10^6$	$1,35 \times 10^8$	8,13

30 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	480	482	481	$1,00 \times 10^1$	$4,81 \times 10^3$	3,68
$10^{-2}$	433	435	434	$1,00 \times 10^2$	$4,34 \times 10^4$	4,64
$10^{-3}$	396	394	395	$1,00 \times 10^3$	$3,95 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	329	330	329,5	$1,00 \times 10^4$	$3,30 \times 10^6$	6,52
$10^{-5}$	282	285	283,5	$1,00 \times 10^5$	$2,84 \times 10^7$	7,45
$10^{-6}$	212	215	213,5	$1,00 \times 10^6$	$2,14 \times 10^8$	8,33

36 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	565	563	564	$1,00 \times 10^1$	$5,64 \times 10^3$	3,75
$10^{-2}$	486	483	484,5	$1,00 \times 10^2$	$4,85 \times 10^4$	4,69
$10^{-3}$	395	396	395,5	$1,00 \times 10^3$	$3,96 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	300	305	302,5	$1,00 \times 10^4$	$3,03 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	292	289	290,5	$1,00 \times 10^5$	$2,91 \times 10^7$	7,46
$10^{-6}$	245	246	245,5	$1,00 \times 10^6$	$2,46 \times 10^8$	8,39

42 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	545	559	552	$1,00 \times 10^1$	$5,52 \times 10^3$	3,74
$10^{-2}$	467	469	468	$1,00 \times 10^2$	$4,68 \times 10^4$	4,67
$10^{-3}$	398	395	396,5	$1,00 \times 10^3$	$3,97 \times 10^5$	5,60
$10^{-4}$	302	304	303	$1,00 \times 10^4$	$3,03 \times 10^6$	6,48
$10^{-5}$	260	263	261,5	$1,00 \times 10^5$	$2,62 \times 10^7$	7,42
$10^{-6}$	195	199	197	$1,00 \times 10^6$	$1,79 \times 10^8$	8,29

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 6.** Resultados finales de la carga microbiana de bacterias ácido lácticas en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
0	262	265	263,5	1,00X10 <sup>3</sup>	2,64x10 <sup>5</sup>	5,42
6	100	112	106	1,00X10 <sup>4</sup>	1,06X10 <sup>6</sup>	6,03
12	300	299	299,5	1,00X10 <sup>4</sup>	3,00X10 <sup>6</sup>	6,48
18	87	89	88	1,00X10 <sup>5</sup>	8,80X10 <sup>6</sup>	6,94
24	200	198	199	1,00X10 <sup>5</sup>	1,99X10 <sup>7</sup>	7,30
30	282	285	283,5	1,00X10 <sup>5</sup>	2,84X10 <sup>7</sup>	7,45
36	292	289	290,5	1,00X10 <sup>5</sup>	2,91X10 <sup>7</sup>	7,46
42	260	263	261,5	1,00X10 <sup>5</sup>	2,62X10 <sup>7</sup>	7,42

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 7.** Resultados de la carga microbiana de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

0 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
10 <sup>-1</sup>	12	14	13	1,00X10 <sup>1</sup>	1,30X10 <sup>2</sup>	2,11
10 <sup>-2</sup>	13	15	14	1,00X10 <sup>2</sup>	1,40X10 <sup>3</sup>	3,15
10 <sup>-3</sup>	15	17	16	1,00X10 <sup>3</sup>	1,60X10 <sup>4</sup>	4,20
10 <sup>-4</sup>	8	6	7	1,00X10 <sup>4</sup>	7,00X10 <sup>4</sup>	4,85
10 <sup>-5</sup>	3	4	3,5	1,00X10 <sup>5</sup>	3,50X10 <sup>5</sup>	5,54
10 <sup>-6</sup>	0	1	0,5	1,00X10 <sup>6</sup>	5,00X10 <sup>5</sup>	5,70

6 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
10 <sup>-1</sup>	28	27	27,5	1,00X10 <sup>1</sup>	2,75X10 <sup>2</sup>	2,44
10 <sup>-2</sup>	26	26	26	1,00X10 <sup>2</sup>	2,60X10 <sup>3</sup>	3,41
10 <sup>-3</sup>	25	26	25,5	1,00X10 <sup>3</sup>	2,55X10 <sup>4</sup>	4,41
10 <sup>-4</sup>	12	11	11,5	1,00X10 <sup>4</sup>	1,15X10 <sup>5</sup>	5,06
10 <sup>-5</sup>	9	12	10,5	1,00X10 <sup>5</sup>	1,05X10 <sup>6</sup>	6,02
10 <sup>-6</sup>	0	0	0	1,00X10 <sup>6</sup>	0	0

12 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	40	42	41	$1,00 \times 10^1$	$4,10 \times 10^2$	2,61
$10^{-2}$	35	33	34	$1,00 \times 10^2$	$3,40 \times 10^3$	3,53
$10^{-3}$	37	38	37,5	$1,00 \times 10^3$	$3,75 \times 10^4$	4,57
$10^{-4}$	22	11	16,5	$1,00 \times 10^4$	$1,65 \times 10^5$	5,22
$10^{-5}$	9	6	7,5	$1,00 \times 10^5$	$7,50 \times 10^5$	5,88
$10^{-6}$	0	0	0	$1,00 \times 10^6$	0	0

18 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	55	55	55	$1,00 \times 10^1$	$5,50 \times 10^2$	2,74
$10^{-2}$	53	52	52,5	$1,00 \times 10^2$	$5,25 \times 10^3$	3,72
$10^{-3}$	50	52	51	$1,00 \times 10^3$	$5,10 \times 10^4$	4,71
$10^{-4}$	48	46	47	$1,00 \times 10^4$	$4,70 \times 10^5$	5,67
$10^{-5}$	30	29	29,5	$1,00 \times 10^5$	$2,95 \times 10^6$	6,47
$10^{-6}$	15	16	15,5	$1,00 \times 10^6$	$1,55 \times 10^7$	7,19

24 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	65	67	66	$1,00 \times 10^1$	$6,60 \times 10^2$	2,82
$10^{-2}$	62	63	62,5	$1,00 \times 10^2$	$6,25 \times 10^3$	3,80
$10^{-3}$	60	62	61	$1,00 \times 10^3$	$6,10 \times 10^4$	4,79
$10^{-4}$	51	54	52,5	$1,00 \times 10^4$	$5,25 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	45	53	49	$1,00 \times 10^5$	$4,90 \times 10^6$	6,69
$10^{-6}$	36	34	35	$1,00 \times 10^6$	$3,50 \times 10^7$	7,54

30 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	71	73	72	$1,00 \times 10^1$	$7,20 \times 10^2$	2,86
$10^{-2}$	70	71	70,5	$1,00 \times 10^2$	$7,05 \times 10^3$	3,85
$10^{-3}$	69	70	69,5	$1,00 \times 10^3$	$6,95 \times 10^4$	4,84
$10^{-4}$	53	52	52,5	$1,00 \times 10^4$	$5,25 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	34	36	35	$1,00 \times 10^5$	$3,50 \times 10^6$	6,54
$10^{-6}$	22	24	23	$1,00 \times 10^6$	$2,30 \times 10^7$	7,36

36 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	77	78	77,5	$1,00 \times 10^1$	$7,75 \times 10^2$	2,89
$10^{-2}$	75	74	74,5	$1,00 \times 10^2$	$7,45 \times 10^3$	3,87
$10^{-3}$	73	75	74	$1,00 \times 10^3$	$7,40 \times 10^4$	4,87
$10^{-4}$	61	59	60	$1,00 \times 10^4$	$6,00 \times 10^5$	5,78
$10^{-5}$	52	49	50,5	$1,00 \times 10^5$	$5,05 \times 10^6$	6,70
$10^{-6}$	43	41	42	$1,00 \times 10^6$	$4,20 \times 10^7$	7,62

42 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	75	77	76	$1,00 \times 10^1$	$7,60 \times 10^2$	2,88
$10^{-2}$	73	74	73,5	$1,00 \times 10^2$	$7,35 \times 10^3$	3,87
$10^{-3}$	71	72	71,5	$1,00 \times 10^3$	$7,15 \times 10^4$	4,85
$10^{-4}$	69	68	68,5	$1,00 \times 10^4$	$6,85 \times 10^5$	5,84
$10^{-5}$	55	57	56	$1,00 \times 10^5$	$5,60 \times 10^6$	6,75
$10^{-6}$	45	41	43	$1,00 \times 10^6$	$4,30 \times 10^7$	7,63

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 8.** Resultado final de la carga microbiana de mohos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
0	15	17	16	$1,00 \times 10^3$	$1,60 \times 10^4$	4,20
6	25	26	25,5	$1,00 \times 10^3$	$2,55 \times 10^4$	4,41
12	37	38	37,5	$1,00 \times 10^3$	$3,75 \times 10^4$	4,57
18	50	52	51	$1,00 \times 10^3$	$5,10 \times 10^4$	4,71
24	60	62	61	$1,00 \times 10^3$	$6,10 \times 10^4$	4,79
30	69	70	69,5	$1,00 \times 10^3$	$6,95 \times 10^4$	4,84
36	73	75	74	$1,00 \times 10^3$	$7,40 \times 10^4$	4,87
42	71	72	71,5	$1,00 \times 10^3$	$7,15 \times 10^4$	4,85

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 9.** Resultados de la carga microbiana de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

0 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	98	96	97	$1,00 \times 10^1$	$9,70 \times 10^2$	2,99
$10^{-2}$	79	77	78	$1,00 \times 10^2$	$7,80 \times 10^3$	3,89
$10^{-3}$	51	55	53	$1,00 \times 10^3$	$5,30 \times 10^4$	4,72

$10^{-4}$	34	37	35,5	$1,00 \times 10^4$	$3,55 \times 10^5$	5,55
$10^{-5}$	23	24	23,5	$1,00 \times 10^5$	$2,35 \times 10^6$	6,37
$10^{-6}$	15	17	16	$1,00 \times 10^6$	$1,60 \times 10^7$	7,20

6 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	101	103	102	$1,00 \times 10^1$	$1,02 \times 10^3$	3,01
$10^{-2}$	86	84	85	$1,00 \times 10^2$	$8,50 \times 10^3$	3,93
$10^{-3}$	56	59	57,5	$1,00 \times 10^3$	$5,75 \times 10^4$	4,76
$10^{-4}$	39	40	39,5	$1,00 \times 10^4$	$3,95 \times 10^5$	5,60
$10^{-5}$	21	23	22	$1,00 \times 10^5$	$2,20 \times 10^6$	6,34
$10^{-6}$	12	11	11,5	$1,00 \times 10^6$	$1,15 \times 10^7$	7,06

12 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	134	136	135	$1,00 \times 10^1$	$1,35 \times 10^3$	3,13
$10^{-2}$	98	97	97,5	$1,00 \times 10^2$	$9,75 \times 10^3$	3,99
$10^{-3}$	73	76	74,5	$1,00 \times 10^3$	$7,45 \times 10^4$	4,87
$10^{-4}$	52	54	53	$1,00 \times 10^4$	$5,30 \times 10^5$	5,72
$10^{-5}$	43	41	42	$1,00 \times 10^5$	$4,20 \times 10^6$	6,62
$10^{-6}$	29	27	28	$1,00 \times 10^6$	$2,80 \times 10^7$	7,45

18 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	146	148	147	$1,00 \times 10^1$	$1,47 \times 10^3$	3,17
$10^{-2}$	123	121	122	$1,00 \times 10^2$	$1,22 \times 10^4$	4,09
$10^{-3}$	96	94	95	$1,00 \times 10^3$	$9,50 \times 10^4$	4,98
$10^{-4}$	79	80	79,5	$1,00 \times 10^4$	$7,95 \times 10^5$	5,90
$10^{-5}$	57	53	55	$1,00 \times 10^5$	$5,50 \times 10^6$	6,74
$10^{-6}$	32	29	30,5	$1,00 \times 10^6$	$3,05 \times 10^7$	7,48

24 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	178	178	178	$1,00 \times 10^1$	$1,78 \times 10^3$	3,25
$10^{-2}$	145	148	146,5	$1,00 \times 10^2$	$1,47 \times 10^4$	4,17
$10^{-3}$	132	134	133	$1,00 \times 10^3$	$1,33 \times 10^5$	5,12
$10^{-4}$	106	107	106,5	$1,00 \times 10^4$	$1,07 \times 10^6$	6,03
$10^{-5}$	89	94	91,5	$1,00 \times 10^5$	$9,15 \times 10^6$	6,96
$10^{-6}$	62	59	60,5	$1,00 \times 10^6$	$6,05 \times 10^7$	7,78

30 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	167	170	168,5	$1,00 \times 10^1$	$1,69 \times 10^3$	3,23
$10^{-2}$	156	158	157	$1,00 \times 10^2$	$1,57 \times 10^4$	4,20
$10^{-3}$	143	147	145	$1,00 \times 10^3$	$1,45 \times 10^5$	5,16
$10^{-4}$	134	135	134,5	$1,00 \times 10^4$	$1,35 \times 10^6$	6,13
$10^{-5}$	95	97	96	$1,00 \times 10^5$	$9,60 \times 10^6$	6,98
$10^{-6}$	56	54	55	$1,00 \times 10^6$	$5,50 \times 10^7$	7,74

36 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	156	160	158	$1,00 \times 10^1$	$1,58 \times 10^3$	3,20
$10^{-2}$	153	155	154	$1,00 \times 10^2$	$1,54 \times 10^4$	4,19
$10^{-3}$	151	150	150,5	$1,00 \times 10^3$	$1,51 \times 10^5$	5,18
$10^{-4}$	149	148	148,5	$1,00 \times 10^4$	$1,49 \times 10^6$	6,17
$10^{-5}$	97	95	96	$1,00 \times 10^5$	$9,60 \times 10^6$	6,98
$10^{-6}$	75	77	76	$1,00 \times 10^6$	$7,60 \times 10^7$	7,88

42 horas						
Disoluciones	R1	R2	Media	Factor de dilución	UFC/mL	log UFC/mL
$10^{-1}$	157	161	159	$1,00 \times 10^1$	$1,59 \times 10^3$	3,20
$10^{-2}$	145	142	143,5	$1,00 \times 10^2$	$1,44 \times 10^4$	4,16
$10^{-3}$	130	129	129,5	$1,00 \times 10^3$	$1,30 \times 10^5$	5,11
$10^{-4}$	134	135	134,5	$1,00 \times 10^4$	$1,35 \times 10^6$	6,13
$10^{-5}$	88	91	89,5	$1,00 \times 10^5$	$8,95 \times 10^6$	6,95
$10^{-6}$	63	65	64	$1,00 \times 10^6$	$6,40 \times 10^7$	7,81

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

**Anexo 10.** Resultado final de la carga microbiana final de levaduras en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	R1	R2	Media	Factor de disolución	UFC/mL	log UFC/mL
0	34	37	35,5	$1,00 \times 10^0$	$3,55 \times 10^5$	5,55
6	39	40	39,5	$1,00 \times 10^0$	$3,95 \times 10^5$	5,60
12	52	54	53	$1,00 \times 10^0$	$5,30 \times 10^5$	5,72
18	79	80	79,5	$1,00 \times 10^0$	$7,95 \times 10^5$	5,90
24	106	107	106,5	$1,00 \times 10^0$	$1,07 \times 10^6$	6,03
30	134	135	134,5	$1,00 \times 10^0$	$1,35 \times 10^6$	6,13
36	149	148	148,5	$1,00 \times 10^0$	$1,49 \times 10^6$	6,17
42	134	135	134,5	$1,00 \times 10^0$	$1,35 \times 10^6$	6,13

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

### Anexo 11. Cálculos de los parámetros cinéticos.

Los parámetros cinéticos fueron calculados en función de la fase exponencial de los microorganismos. Los parámetros cinéticos fueron calculados en función de la fase exponencial de los microorganismos.

Tiempo (horas)	Bacterias ácido lácticas (UFC/mL)	Mohos (UFC/mL)	Levaduras (UFC/mL)
0	2,64x10 <sup>5</sup>	1,60X10 <sup>4</sup>	3,55X10 <sup>5</sup>
6	1,06X10 <sup>6</sup>	2,55X10 <sup>4</sup>	3,95X10 <sup>5</sup>
12	3,00X10 <sup>6</sup>	3,75X10 <sup>4</sup>	5,30X10 <sup>5</sup>
18	8,80X10 <sup>6</sup>	5,10X10 <sup>4</sup>	7,95X10 <sup>5</sup>
24	1,99X10 <sup>7</sup>	6,10X10 <sup>4</sup>	1,07X10 <sup>6</sup>
30	2,84X10 <sup>7</sup>	6,95X10 <sup>4</sup>	1,35X10 <sup>6</sup>
36	2,91X10 <sup>7</sup>	7,40X10 <sup>4</sup>	1,49X10 <sup>6</sup>
42	2,62X10 <sup>7</sup>	7,15X10 <sup>4</sup>	1,35X10 <sup>6</sup>
Parámetros cinéticos			
Fase exponencial*	24	30	30
$\mu_{max}$ *	0,1369(h <sup>-1</sup> )	0,0355(h <sup>-1</sup> ),	0,0441(h <sup>-1</sup> ),
tg*	5,06	19,52	15,70
n*	4,74	1,54	1,91

\*Fase exponencial: Tiempo que dura la fase exponencial en horas.

\* $\mu_{max}$ : Velocidad máxima expresada en horas (h<sup>-1</sup>)

\*tg: Tiempo de generación en horas.

\*n: Número de generaciones.

Elaborado por: Tipantuña N. (2020).

- Velocidad de crecimiento.

$$\mu_{max} = \frac{\ln X_1 - \ln X_0}{t}$$

Dónde:

$\mu_{max}$ : Velocidad máxima de crecimiento (h<sup>-1</sup>)

$\ln X_1$ : Concentración final de microorganismos.

$\ln X_0$ : Concentración inicial de microorganismos.

t: Variación de tiempo (h).

Bacterias ácido lácticas	Mohos	Levaduras
$\mu_{max} = \frac{17,16 - 13,87}{24}$ $\mu_{max} = 0,1369(h^{-1})$	$\mu_{max} = \frac{11,22 - 10,15}{30}$ $\mu_{max} = 0,0355(h^{-1})$	$\mu_{max} = \frac{14,21 - 12,89}{30}$ $\mu_{max} = 0,0441(h^{-1})$

- **Tiempo de generación.**

$$tg = \frac{\ln 2}{\mu_{max}}$$

**Dónde:**

**tg:** Tiempo de duplicación (h)

**Ln2:** 0,693

**$\mu_{max}$ :** Velocidad máxima de crecimiento ( $h^{-1}$ )

Bacterias ácido lácticas	Mohos	Levaduras
$tg = \frac{0,693}{0,1369}$	$tg = \frac{0,693}{0,0355}$	$tg = \frac{0,693}{0,0441}$
$tg = 5,06$	$tg = 19,52$	$tg = 15,70$

- **Número de generaciones.**

$$n = \frac{\ln X_1 - \ln X_0}{0,693}$$

**Dónde:**

**n:** Número de generaciones.

**$\ln X_1$ :** Concentración final de microorganismos.

**$\ln X_0$ :** Concentración inicial de microorganismos.

**0,639:** Constante de ( $\ln 2$ ).

Bacterias ácido lácticas	Mohos	Levaduras
$n = \frac{17,16 - 13,87}{0,693}$	$n = \frac{11,22 - 10,15}{0,693}$	$n = \frac{14,21 - 12,89}{0,693}$
$n = 4,74$	$n = 1,54$	$n = 1,91$

**Anexo 12.** Resultados de los parámetros físicos - químicos de las repeticiones uno y dos en función del tiempo de fermentación del masato de chonta.

Tiempo (horas)	pH			Sólidos solubles (°brix)			Acidez (% ácido láctico)				Grados alcohólicos (%v/v alcohol)		
	R1	R2	Media	R1	R2	Media	R1	R2	Media		R1	R2	Media
0	4,33	4,21	4,27	24	23,9	23,95	30	32	31	0,11*	1,9	1,8	1,85
6	4,27	4,17	4,22	23,1	22,9	23	34	35	34,5	0,12*	2	2,2	2,1
12	4,2	4,13	4,17	22,8	22,6	22,7	38	37	37,5	0,14*	2,4	2,6	2,5
18	4,14	4,09	4,12	21,1	21,2	21,15	44	43	43,5	0,16*	3,2	3	3,1
24	4,1	4,01	4,06	20,5	20,7	20,6	48	47	47,5	0,17*	3,7	3,5	3,6
30	4,05	3,98	4,02	19,3	19,9	19,6	50	52	51	0,18*	4,1	4,3	4,2
36	3,96	3,87	3,92	18,8	18,7	18,75	56	55	55,5	0,20*	4,8	4,6	4,7
42	3,71	3,65	3,68	17,2	17,3	17,25	59	58	58,5	0,21*	5	4,9	4,95

\*Valor calculado en base a la ecuación 4 según la Norma NTE INEN 2323:2002 en % de ácido láctico

**Elaborado por:** Tipantuña N. (2020).

**Anexo 13.** Cálculo de la acidez en % de ácido láctico según Norma NTE INEN 2323:2002.

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{N \times V \times 0,9}{v}$$

**Dónde:**

**N:** Normalidad de la solución de NaOH usado para titular (0,1N).

**V:** Volumen de la solución NaOH usado para titular.

**v:** Volumen de la muestra (25 mL)

**0,9:** mL equivalentes de una solución de ácido láctico.

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 0 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 31 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,11$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 6 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 34,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,12$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 12 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 37,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,14$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 18 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 43,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,16$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 24 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 47,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,17$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 30 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 51 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,18$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 36 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 55,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,20$$

- **Cálculo de la acidez en % de ácido láctico a las 42 horas de fermentación.**

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = \frac{0,1 \times 58,5 \times 0,9}{25}$$

$$\text{Acidez (\% de ácido láctico)} = 0,21$$



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La Traducción del Resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada: **TIPANTUÑA CHILUISA NANCY VERÓNICA** de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa “**CINÉNICA DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ANCESTRAL ELABORADA A PARTIR DE CHONTA (*Bactris gasipaes*)**”, que lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical de Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso de presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

  
Msc. Alison Mena Barthelotty  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 0501801252



CENTRO  
DE IDIOMAS