

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Tema:

"Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantan) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación y Desarrollo – UODIDE, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el Período 2015 - 2016"

Tesis de grado previa a la obtención de título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Sangucho Verdezoto Cristian Edwin

DIRECTOR:

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique M.Sc.

ASESORES TÉCNICOS

Ing. Arancibia Soria Mirari Yosune M.Sc. Ph.D.

Ing. Acurio Arcos Liliana Patricia M.Sc.

Latacunga – Ecuador

2015 – 2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sangucho Verdezoto Cristian Edwin, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría como los resultados, elementos y opiniones detallados en el mismo, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación y que he consultado con las referencias bibliográficas que incluyen en el documento.

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación: "Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación de Tecnología en Alimentos – UOITA, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el Período 2015 - 2016", son de exclusiva responsabilidad de la autor

Sangucho Verdezoto Cristian Edwin
C.I. 050335177-7

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director de tesis con el tema: "Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación de Tecnología en Alimentos – UOITA, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el Período 2015 - 2016", presentado por el señor Sangucho Verdezoto Cristian Edwin, como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados, considero que el documento mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Atentamente,

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique M.Sc.
C.I. 050151160-4

DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de miembros del tribunal de grado, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el señor: Sangucho Verdezoto Cristian Edwin, con el título de tesis: "Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación de Tecnología en Alimentos – UOITA, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el Período 2015 - 2016", hemos considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidas al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Ing. Cerda Andino Edwin Fabián Mg.
C.I. 050136980-5

Presidente del Tribunal

Ing. Rosales Amores Edwin Marcelo Mg.

Miembro del Tribunal

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

C.I. 050177393-1

Miembro Opositora del Tribunal

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y a la Virgen María, por haberme permitido realizar el sueño de ser profesional, ya que han derramado sobre mí muchas bendiciones.

*Agradezco a mi **Padre** (+), ya que me apoyó incondicionalmente, a mi **Madre** por ser un pilar fundamental en mi vida, a mis hermanos y sobrinos por brindarme su oportuna ayuda, a mis amigos y amigas que me extendieron la mano para poder seguir adelante.*

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme abierto las puertas para mi formación académica. A mi director de tesis ingeniero Manuel Fernández, por haberme brindado ayuda durante la realización de mi trabajo de investigación. A la ingeniera Eliana Zambrano, por haberme prestado su ayuda y motivación para seguir adelante, para realizar mi tesis

A la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos –UOITA- de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, por haberme permitido realizar la fase experimental en la mencionada prestigiosa institución.

A la ingeniera Ph.D. Mirari Arancibia, por haberme asesorado de una manera adecuada, durante la realización de mi fase experimental del presente trabajo de investigación. También agradezco mucho a la Ingeniera Liliana Acurio, por haberme brindado su apoyo y ayuda en la realización de mi tesis. Al ingeniero Mario Álvarez por haberme brindado su valiosa ayuda, la cual fue muy esencial para la obtención de los resultados estadísticos. A la ingeniera Araceli Pilamala, por haberme brindado su grandiosa ayuda

Agradezco de igual manera a mi cuñado Jorge por haberme facilitado la materia prima, para la elaboración del producto. De igual manera me siento muy agradecido con mi hermana Beatriz, por haberme brindado su valiosa ayuda en la realización de mi tesis.

Cristian Edwin

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios y a la Virgen María, por bendecirme y darme fortaleza.

*En especial dedico mi trabajo de investigación en memoria de mi **Padre**, que es un ángel que me cuida y protege desde el cielo, a mi **Madre** por ser el ser que más amo en mi vida y por ser a la vez mi mejor amiga, te amo mucho peluchita.*

A mis hermanos Beatriz, Jeaneth y Pedro, los cuales con sus consejos, ayuda, apoyo moral, me han ayudado para no rendirme, hermanos queridos ustedes han alegrado mi vida.

A Lissett, por ser una persona muy especial, ya que gracias a sus palabras de aliento, a su apoyo, sus consejos y su ayuda pude seguir adelante, para cumplir este tan anhelado sueño de ser profesional. Muchas gracias Liss por todo.

A mi tía Narcisa, por ser mi segunda madre, por ser mi cómplice y mi consejera, por ser la persona que me ha ayudado en los momentos más difíciles por los que he pasado.

A mis sobrinos Andrés, Jorge y Ariel, por ser parte de mi vida, por haber estado a mi lado en los momentos difíciles por los que he atravesado.

A mi amada abuelita Antonieta, por tener la dicha de tenerla viva, te amo mucho abuelita.

A mis abuelitos Ángel, Abelardo y Petrona, quienes desde el cielo me protegen y me cuidan.

Cristian Edwin

ÍNDICE

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE TESIS	iv

AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiv
AVAL DE TRADUCCIÓN	xxvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	5
1.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
1.1.Antecedentes	5
1.2.Marco teórico	7
1.2.1.Bebidas.	7
1.2.1.1.Características de los jugos y pulpas	8
1.2.1.2.Grados Brix o concentración de sólidos solubles	8
1.2.2.Estabilizantes.....	8
1.2.2.1.CMC (Carboximetilcelulosa)	10
1.2.2.2.Goma xantan	10
1.2.3.Endulzantes	11
1.2.3.1.Edulcorantes naturales y artificiales.....	11
1.2.3.1.1.Endulzantes artificiales	11
1.2.3.1.2.Endulzantes naturales	12
1.2.3.2.Estevia.	12
1.2.3.3.Miel de abeja	13
1.2.4.Reología	13

1.2.4.1.Reología en alimentos	14
1.2.4.2.Importancia de la determinación de las propiedades reológicas en alimentos..	14
1.2.4.3.Fluidos	15
1.2.4.4.Densidad	15
1.2.4.5.Viscosidad	16
1.2.4.6.Influencia de la temperatura en la viscosidad	16
1.2.4.7.Clasificación reológica de alimentos fluidos	17
1.2.4.8.Índice de consistencia	18
1.2.4.9.Índice de comportamiento al flujo	18
1.2.5.Materia Prima	18
1.2.5.1.NOPAL (<i>Opuntia ficus indica</i>)	18
1.2.5.2.Características generales del Nopal	18
1.2.5.3.Clasificación taxonómica de la planta.....	20
1.2.5.4.Características botánicas del nopal	20
1.2.5.5.Composición química del nopal	21
1.2.5.6.Composición nutricional del nopal	22
1.2.5.7.Usos agroindustriales del nopal	22
1.2.6.MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i>)	23
1.2.6.1.Clasificación taxonómica de la maracuyá	23
1.2.6.2.Composición de la pulpa de maracuyá	24
1.3.Marco Conceptual	24
CAPÍTULO II	26
2.MATERIALES Y MÉTODOS	26
2.1.Ubicación del ensayo	26
2.1.1.Ubicación geográfica del ensayo	26
2.1.2.Situación Geográfica	27
2.1.3.Condiciones edafoclimáticas	27

2.2.Recursos, materia prima, estabilizantes, endulzantes equipos, materiales, implementos y herramientas.....	27
2.2.1.Recursos humanos	27
2.2.2.Materia prima	27
2.2.3.Estabilizantes.....	27
2.2.4.Endulzantes	28
2.2.5.Equipos	28
2.2.6.Materiales de laboratorio.....	28
2.2.7.Reactivos	28
2.2.8.Instrumentos y herramientas	28
2.2.9.Materiales de oficina y recursos tecnológicos.	29
2.3.Diseño metodológico	29
2.3.1.Tipos de investigación	29
2.3.1.1.Investigación exploratoria	30
2.3.1.2.Investigación descriptiva	30
2.3.1.3.Investigación analítica	30
2.3.1.4.Investigación experimental	30
2.3.2.Métodos	31
2.3.2.1.Método científico	31
2.3.2.2.Método Inductivo	31
2.3.2.3.Método deductivo.....	31
2.3.2.4.Método analítico.....	31
2.3.2.5.Método sintético	32
2.3.3.Técnicas.....	32
2.3.3.1.Observación.....	32
2.3.3.2.Cuestionario	32
2.3.3.3.Encuesta	33
2.4.Características del ensayo	33

2.4.1.Determinación de los °Brix	33
2.4.2.Determinación del pH	33
2.4.3.Determinación de la densidad	34
2.4.4.Determinación de la acidez	34
2.4.5.Determinación de los parámetros reológicos	34
2.5.Variables e indicadores	35
2.6.Variables evaluadas	36
2.7.Factores de estudio	36
2.8.Diseño experimental.....	36
2.8.1.Para la elaboración de las muestras	36
2.8.1.1.Tratamientos de estudio	37
2.8.2.Análisis sensorial	38
2.9.Análisis estadístico	39
2.10.Análisis funcional.....	39
2.11.Características del ensayo: población	39
2.11.1.Población	40
2.12.Metodología de la elaboración de la bebida	41
2.12.1.Diagrama de proceso de la elaboración de la bebida (Mejor tratamiento) 41	
2.12.1.1.OBTENCIÓN DE LA PULPA DE HOJA DE NOPAL	41
2.12.1.2.OBTENCIÓN DE LA PULPA DE MARACUYÁ	42
2.12.1.3.ELABORACIÓN DE LA BEBIDA (MEJOR TRATAMIENTO)	43
2.12.2.Obtención del extracto de hoja de nopal y pulpa de maracuyá	44
2.12.3.Elaboración de la bebida	46
2.13.Balance de materia del mejor tratamiento	49
2.14.Determinación del costo de producción del mejor tratamiento	49
CAPÍTULO III	51
3.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	51
3.1.Análisis físico químico	52

3.1.1.Materia prima	52
3.1.2.Análisis físico químicos de los doce tratamientos de la bebida	53
3.2.Análisis sensorial	56
3.2.1.Análisis de varianza (ANOVA) para los 12 tratamientos	56
3.2.1.1.Variable color	56
3.2.1.2.Variable apariencia.....	57
3.2.1.3.Variable aroma	57
3.2.1.4.Variable sabor	58
3.2.1.5.Variable aceptabilidad	59
3.2.2.Análisis de varianza (ANOVA) para los 5 tratamientos preseleccionados ..	61
3.2.2.1.Variable color	61
3.2.2.2.Variable apariencia.....	62
3.2.2.3.Variable aroma	63
3.2.2.4.Variable sabor	63
3.2.2.5.Aceptabilidad	64
3.3.Análisis reológicos.	65
3.3.1.Viscosidad	65
3.3.1.1.Viscosidad del tratamiento t1(a1b1c1).....	65
3.3.1.1.1.Ensayo a 8°C	65
3.3.1.1.2.Ensayo a 20°C	66
3.3.1.1.3.Ensayo a 35°C	68
3.3.1.2.Viscosidad del tratamiento t2(a1b1c2).....	69
3.3.1.2.1.Ensayo a 8°C	69
3.3.1.2.2.Ensayo a 20°C	70
3.3.1.2.3.Ensayo a 35°C	71
3.3.1.3.Viscosidad del tratamiento t4(a1b2c2).....	72
3.3.1.3.1.Ensayo a 8°C	72
3.3.1.3.2.Ensayo a 20°C	73

3.3.1.3.3.Ensayo a 35°C	73
3.3.1.4.Viscosidad del tratamiento t9(a3b1c1).....	74
3.3.1.4.1.Ensayo a 8°C	74
3.3.1.4.2.Ensayo a 20°C	75
3.3.1.4.3.Ensayo a 35°C	76
3.3.1.5.Viscosidad del tratamiento t10(a3b1c2).....	77
3.3.1.5.1.Ensayo a 8°C	77
3.3.1.5.2.Ensayo a 20°C	78
3.3.1.5.3.Ensayo a 35°C	79
3.3.2.Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo	87
3.3.2.1.Índice de consistencia e índice del comportamiento al flujo del t1(a1b1c1).....	88
3.3.2.1.2.Ensayo a 20°C	88
3.3.2.1.3.Ensayo a 35°C	89
3.3.2.2.Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 (a1b1c2).....	90
3.3.2.2.1.Ensayo a 8°C	90
3.3.2.2.2.Ensayo a 20°C	90
3.3.2.2.3. Ensayo a 35°C	91
3.3.2.3.Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 (a1b2c2).....	92
3.3.2.3.1.Ensayo a 8°C	92
3.3.2.3.2.Ensayo a 20°C	92
3.3.2.3.3.Ensayo a 35°C	93
3.3.2.4.Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 (a3b1c1).....	94
3.3.2.4.1.Ensayo a 8°C	94
3.3.2.4.2.Ensayo a 20°C	94
3.3.2.4.3.Ensayo a 35°C	95

3.3.2.5.Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 (a3b1c2).....	96
3.3.2.5.1.Ensayo a 8°C	96
3.3.2.5.2.Ensayo a 20°C	96
3.3.2.5.3.Ensayo a 35°C	97
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Sustancias empleadas como modificadores de la textura y que actualmente se autorizan como aditivos en la UE	9
CUADRO 2. Usos y aplicaciones de estevia según mercados.....	12
CUADRO 3. Taxonomía de la planta de nopal	20
CUADRO 4. Taxonomía de la planta de maracuyá	23
CUADRO 5. Variables e indicadores para la caracterización de la bebida de hoja de nopal y maracuyá	35

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Endulcorantes artificiales	9
TABLA 2. Composición química del nopal.....	19
TABLA 3. Composición nutricional del nopal	19
TABLA 4. Factores de estudio.....	32
TABLA 5. Tipo de diseño a utilizar: diseño factorial A×B×C. Cuadro de adeva.	33
TABLA 6. Tratamientos de estudio	33
TABLA 7. Análisis de varianza	34
TABLA 8. Costo de producción del mejor tratamiento	44
TABLA 9. Parámetros fisicoquímicos de la hoja de nopal.....	47
TABLA 10. Prueba de Tukey para el indicador color	51
TABLA 11. Prueba de Tukey para el indicador apariencia	52
TABLA 12. Prueba de Tukey para el indicador aroma.....	53
TABLA 13. Prueba de Tukey para el indicador sabor	53
TABLA 14. Prueba de Tukey para el indicador sabor	54
TABLA 15. Preselección de los 5 mejores tratamientos.....	55
TABLA 16. Prueba de Tukey para el indicador color	56
TABLA 17. Prueba de Tukey para el indicador apariencia	57
TABLA 18. Prueba de Tukey para el indicador apariencia	58
TABLA 19. Prueba de Tukey para el indicador sabor	58
TABLA 20. Prueba de Tukey para el indicador aceptabilidad	59
TABLA 21. Determinación del mejor tratamiento	59
TABLA 22. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a 8°C calculados	87
TABLA 23. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a. 88 20°C calculados.....	88
TABLA 24. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a 20°C calculados	89
TABLA 25. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a 8°C calculados	90
TABLA 26. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a. 90 20°C calculados.....	90
TABLA 27. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a 35°C calculados	91

TABLA 28. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 8°C calculados	92
TABLA 29. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 20°C calculados.....	92
TABLA 30. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 35°C calculados.....	94
TABLA 31. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 8°C calculados	95
TABLA 32. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 20°C calculados	95
TABLA 33. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 35°C calculados	96
TABLA 34. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 8°C calculados	97
TABLA 35. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 20°C calculados	97
TABLA 36. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 35°C calculados	98
TABLA 37. Parámetros reológicos determinados.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Viscosidad del tratamiento 1 a 8°C	66
GRÁFICO 2. Viscosidad del tratamiento 1 a 20°C	67
GRÁFICO 3. Viscosidad del tratamiento 1 a 35°C	68
GRÁFICO 4. Viscosidad del tratamiento 2 a 8°C	69
GRÁFICO 5. Viscosidad del tratamiento 2 a 20°C	70

GRÁFICO 6. Viscosidad del tratamiento 2 a 35°C	71
GRÁFICO 7. Viscosidad del tratamiento 4 a 8°C	72
GRÁFICO 8. Viscosidad del tratamiento 4 a 20°C	73
GRÁFICO 9. Viscosidad del tratamiento 4 a 35°C	74
GRÁFICO 10. Viscosidad del tratamiento 9 a 8°C	75
GRÁFICO 11. Viscosidad del tratamiento 9 a 20°C	76
GRÁFICO 12. Viscosidad del tratamiento 9 a 35°C	77
GRÁFICO 13. Viscosidad del tratamiento 10 a 8°C	78
GRÁFICO 14. Viscosidad del tratamiento 10 a 20°C	79
GRÁFICO 15. Viscosidad del tratamiento 10 a 35°C	80
GRÁFICO 16. Viscosidad del tratamiento 1 a 8°C, 20°C y 35°C	81
GRÁFICO 17. Viscosidad del tratamiento 2 a 8°C, 20°C y 35°C	82
GRÁFICO 18. Viscosidad del tratamiento 4 a 8°C, 20°C y 35°C	83
GRÁFICO 19. Viscosidad del tratamiento 9 a 8°C, 20°C y 35°C	84
GRÁFICO 20. Viscosidad del tratamiento 10 a 8°C, 20°C y 35°C	85
GRÁFICO 21. Reograma del tratamiento 1 a 8°C	88
GRÁFICO 22. Reograma del tratamiento 1 a 20°C	89
GRÁFICO 23. Reograma del tratamiento 1 a 35°C	89
GRÁFICO 24. Reograma del tratamiento 2 a 8°C	90
GRÁFICO 25. Reograma del tratamiento 2 a 20°C	91
GRÁFICO 26. Reograma del tratamiento 2 a 35°C	91
GRÁFICO 27. Reograma del Tratamiento 4 a 8°C	92
GRÁFICO 28. Reograma del tratamiento 4 a 20°C	93
GRÁFICO 29. Reograma del tratamiento 4 a 35°C	93
GRÁFICO 30. Reograma del tratamiento 9 a 8°C	94
GRÁFICO 31. Reograma del tratamiento 9 a 20°C	95
GRÁFICO 32. Reograma del tratamiento 9 a 35°C	95
GRÁFICO 33. Reograma del tratamiento 10 a 8°C	96
GRÁFICO 34. Reograma del tratamiento 10 a 20°C	97
GRÁFICO 35. Reograma del tratamiento 10 a 35°C	97
GRÁFICO 36. Reograma del t1 a 8°C, 20°C y 35°C	98
GRÁFICO 37. Reograma del t2 a 8°C, 20°C y 35°C	99
GRÁFICO 38. Reograma del t4 a 8°C, 20°C y 35°C	100

GRÁFICO 39. Reograma del t9 a 8°C, 20°C y 35°C	101
GRÁFICO 40. Reograma del t10 a 8°C, 20°C y 35°C	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	54
FIGURA 2	54
FIGURA 3	55
FIGURA 4	55

ÍNDICE DE ANEXOS

TABLA A 1. Determinación de acidez del extracto de la hoja de nopal	110
TABLA A 2. Determinación de pH del extracto de la hoja de nopal	110
TABLA A 3. Determinación de densidad del extracto de la hoja de nopal	110
TABLA A 4. Determinación de °Brix del extracto de la hoja de nopal	110
TABLA A 5. Determinación de acidez de maracuyá	111
TABLA A 6. Determinación de pH maracuyá.....	111
TABLA A 7. Determinación de densidad maracuyá	111
TABLA A 8. Determinación de °Brix del extracto de la hoja de nopal	111
TABLA B 1. Resultados de la determinación de acidez	112
TABLA B 2. Resultados de la determinación de pH	112
TABLA B 3. Resultados de la determinación de °Brix	113
TABLA B 4. Resultados de la determinación de densidad	113
TABLA C 1. ANOVA del indicador color de los 12 tratamientos	114
TABLA C 2. ANOVA del indicador apariencia de los 12 tratamientos	114
TABLA C 3. ANOVA del indicador aroma de los 12 tratamientos	114
TABLA C 4. ANOVA del indicador sabor de los 12 tratamientos	114
TABLA C 5. ANOVA del indicador aceptabilidad de los 12 tratamientos	115
TABLA C 6. ANOVA del indicador color de los 5 mejores tratamientos	115
TABLA C 7. ANOVA del indicador apariencia de los 5 mejores tratamientos .	115

TABLA C 8. ANOVA del indicador aroma de los 5 mejores tratamientos	115
TABLA C 9. ANOVA del indicador sabor de los 5 mejores tratamientos	116
TABLA C 10. ANOVA del indicador aceptabilidad de los 5 mejores tratamientos	116
TABLA D 1. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 8°C.....	116
TABLA D 2. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 20°C	119
TABLA D 3. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 35°C	121
TABLA D 4. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 8°C	124
TABLA D 5. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 20°C	126
TABLA D 6. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 35°C	129
TABLA D 7. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 8°C	131
TABLA D 8. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 20°C	134
TABLA D 9. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 35°C	137
TABLA D 10. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 8°C	139
TABLA D 11. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 20°C	142
TABLA D 12. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 35°C	144
TABLA D 13. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 8°C	147
TABLA D 14. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 20°C ...	149
TABLA D 15. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 35°C ...	152
TABLAS E 1. Análisis de laboratorio	155
TABLAS F 1. Norma técnica ecuatoriana 2337 (2008)	161



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Latacunga – Ecuador

TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HOJA DE NOPAL (*OPUNTIA FICUS – INDICA*) Y MARACUYÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA UTILIZANDO DOS ESTABILIZANTES (CMC Y GOMA XANTAN) Y DOS ENDULZANTES (MIEL DE ABEJA Y ESTEVIA) PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS REOLÓGICOS Y SENSORIALES EN LA UNIDAD OPERATIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO – UODIDE, DE LA FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO EN EL PERÍODO 2015 - 2016"

Autor:

Sangucho Verdezoto Cristian Edwin

RESUMEN

La bebida de hoja de nopal (*Opus ficus indica*) y maracuya (*Passiflora edulis*) fue elaborada a diferentes concentraciones, utilizando dos estabilizantes y dos endulzantes, se trabajó con doce tratamientos utilizando un diseño experimental $A \times B \times C$, siendo el factor A las concentraciones de hoja de nopal y maracuyá, el factor B los estabilizantes, siendo los mismos la CMC y la goma xantán, y el factor C fueron los endulzantes siendo los mismos la miel de abeja y estevia. Se realizó un análisis físico químico de la materia prima empleada, para el análisis sensorial se trabajó en dos etapas, siendo la primera con los doce tratamientos, hubo una preselección de cinco tratamientos en estudio debido a la sugerencia de los catadores, luego se determinó el mejor tratamiento, el cual por un análisis sensorial fue el tratamiento cuatro, el cual tuvo la siguiente composición: 12,5% de extracto de hoja de nopal, 87,5% de pulpa de maracuyá, goma xantán y miel de abeja. De este tratamiento se procedió a la determinación de varios análisis tales como los físicos químicos, la bebida contiene 1.986% de ácido cítrico, un pH de 3,19;

7,3°Brix; y la densidad de 1,037 g/ml. Los parámetros reológicos determinados fueron la viscosidad, índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo; el ensayo se efectuó a tres temperaturas 8°C, 20° y 35°C. La viscosidad a 8°C fue 28,384 [mPa·s], a 20°C fue 21,679 [mPa·s] y a 35°C fue 20,839 [mPa·s]. De igual manera el índice de consistencia fue determinado a 8°C, 20°C y 35°C, cuyos valores fueron 0,077399 [Pa·sⁿ]; 0,074768 [Pa·sⁿ]; 0,104007 [Pa·sⁿ] respectivamente. Los valores del índice de comportamiento al flujo fueron 0,726958 a 8°C; 0,613889

20°C y 0,450024 a 35°C. Lo cual indica que la bebida tiene un comportamiento pseudoplástico ya que el índice de comportamiento: $n < 1$. Se efectuó un estudio microbiológico el cual permitió establecer la vida útil de la bebida, siendo la misma de 5 meses, debido a que los parámetros microbiológicos concuerdan con la norma técnica INEN respectiva. De acuerdo a los análisis proximales o nutricionales la bebida contiene 0,272 % (N×0,625) de proteína, 0,484% de fibra dietética total; aporta con una energía de 27 Kcal, 0,18% de cenizas; 1,739 mg/100g de hierro; 186,706 mg/100g de calcio. Se determinaron las siguientes vitaminas: A < 3,35 UI/100g; C 2,41 UI/100g y D < 0,01 UI/100g. El costo de producción del mejor tratamiento fue \$32,956.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

Latacunga – Ecuador

TITLE: “NOPAL SHEET CONCENTRATION (*OPUNTIA FICUS – INDICA*) AND PASSION FRUIT (*PASSIFLORA EDULIS*) EVALUATION IN THE DRINK ELABORATION USING TWO STABILIZERS (CMC AND XANTAN RUBBER) AND TWO SWEETENERS (HONEY BEE AND STEVIA) FOR DECIDE THE RHEOLOGICAL PARAMETERS AND SENSORY IN THE INVESTIGATION AND OPERATING UNIT – UODIDE,

OF THE FOOD ENGINEERING AND SCIENCE FACULTY IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO IN THE 2015 – 2016 PERIOD”

ABSTRACT

The nopal (*Opus ficus indica*) and passion fruit (*Passiflora edulis*) water was prepared at different concentrations, using two stabilizers and two sweeteners. Twelve treatments were used using an experimental design $A \times B \times C$, with factor A being the concentrations of nopal and passion fruit, factor B stabilizers, being CMC and xanthan gum, and factor C were sweeteners being the same honey and stevia. A physical chemical analysis of the raw material used was carried out, for the sensorial analysis worked in two stages, the first one with the twelve treatments, there was a pre-selection of five treatments in the study due to the suggestion of the scavengers. The best treatment, which for a sensorial analysis was treatment four, which had the following composition: 12.5% of leaf extract of nopal, 87.5% of passion fruit's pulp, xanthan gum and honey. From this treatment proceeded to the determination of several analyzes such as the physical chemical, the beverage contains 1,986% citric acid, a pH of 3.19; 7.3 °Brix; and the density of 1.037 g/ml. The rheological parameters determined were the viscosity, consistency index and flow behavior index; The test was carried out at three temperatures 8 °C, 20° and 35 °C. The viscosity at 8 °C was 28.384 [mPa×s], at 20 °C it was 21,679 [mPa×s] and the 35 °C it was 20,839 [mPa×s]. Similarly the consistency index was determined at 8 °C, 20° C and 35 °C, whose values were 0.077399 [Pa×sⁿ]; 0.0747680 [Pa×sⁿ]; 0,104007 [Pa×sⁿ] respectively. Flow behavior index values were 0.726958 at 8 °C; 0.613889 20 °C and 0.450024 at 35 °C. This indicates that the beverage has a pseudoplastic behavior since the behavioral index: $n < 1$. A microbiological study was carried out which allowed to establish the useful life of the beverage, being the same of 5 months, because the microbiological parameters are in agreement with the respective INEN technique. According to the proximal or nutritional analyzes the beverage contains 0.272% (N×0.625) protein, 0.484% total dietary fiber; Contributes with an energy of 27 Kcal, 0,18% of ashes; 1,739 mg/100g of iron; 186,706 mg/100g of calcium. The following vitamins were determined: A<3.35 IU/100g; C 2.41 IU/100g and D <0.01 IU/100g. The cost of producing the best treatment was \$32,956.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de tesis al idioma inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, **Sangucho Verdezoto Cristian Edwin**, cuyo título versa "Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación y Desarrollo – UODIDE, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el Período 2015 - 2016", lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 24 de febrero de 2017.

Atentamente,

Lic. Gallardo Rodríguez Mariela Patricia MSc

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 0502796162

INTRODUCCIÓN

El nopal es una especie vegetal presente en la naturaleza, tanto las hojas de la planta y el fruto proporcionan aportes nutricionales para las personas que las consumen.

La investigación realizada con el tema “Evaluación de la concentración de hoja de nopal (*Opuntia ficus indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos – UOITA, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato en el período 2015 – 2016.

En México existe un gran potencial para el desarrollo de plantaciones de nopal y nopal tunero, por lo extenso y rico de sus condiciones agroclimáticas, sin embargo, las plantaciones se encuentran actualmente deterioradas, debido a la problemática que enfrenta esta cadena productiva, lo cual se refleja en precios bajos al productor y una baja rentabilidad de la actividad. La baja calidad y productividad de las plantaciones no permite que el productor mejore sus ingresos, por lo que no logra una adecuada capitalización que le permita desarrollar la actividad.

En nuestro país no hay la transformación o procesamiento del nopal a nivel agroindustrial, pero se conoce que si se ha realizado trabajos de laboratorio para el desarrollo del producto, con los estándares de calidad exigidos por el mercado internacional. En las ciudades de la región Sierra, como por ejemplo la ciudad de Ibarra en el Valle del Chota, entre otras localidades, en donde existe la producción de nopal o tuna se elaboran bebidas del fruto de nopal, mas no de la hoja. No se aprovecha las bondades de aporte nutricional que podría ayudar en la salud de las personas.

En la provincia de Cotopaxi, en varios lugares existe la producción no muy grande de nopal, como por ejemplo en la Parroquia de San José de Poaló, perteneciente a la ciudad de Latacunga, en el Barrio San Rafael, de igual manera en el cantón Salcedo, en estas zonas se desconoce el uso agroindustrial de dicha especie vegetal y no se aprovecha su uso en la industrialización.

En la ciudad de Latacunga, se desconoce que se elaboren bebidas a partir de la hoja de nopal, con lo cual se puede decir que hay un desconocimiento de las alternativas para la elaboración de bebidas. No existen bebidas que sean elaboradas mezclando la pulpa extraída de la hoja de nopal con la pulpa de maracuyá.

En base a la problemática planteada, con la formulación del problema se pretende aprovechar la presencia del nopal en la naturaleza, específicamente de la hoja, en

la elaboración de una bebida, que aporte beneficios nutricionales a los posibles consumidores para con ello se procese al nopal a nivel agroindustrial.

El nopal es una especie vegetal, su fruto es consumido por personas, ya que se conoce que aporta con varios beneficios nutricionales. En nuestro país se consume el fruto fresco, también se conoce que se han elaborado bebidas tales como jugos, pulpas y néctares.

El nopal es considerado como una fuente de vitaminas, esto ya que contiene en alta cantidad las de tipo A, B, B2, así como también cuenta con 17 aminoácidos esenciales para nuestro organismo. Otorga varios beneficios para la salud entre los cuales se puede mencionar los siguientes: se lo emplea para combatir problemas de obesidad, diabetes, colesterol, etc. Por lo que se puede decir fue muy favorable la realización de esta investigación, ya que se dio una nueva alternativa de procesamiento de la hoja de nopal.

Debido a que no se ha realizado estudios anteriormente acerca de la determinación de las propiedades reológicas de una bebida a partir de la hoja de nopal, se puede considerar que la realización de esta investigación es una novedad científica.

Los beneficiarios de la realización de la investigación, son las personas que son productores de nopal, ya que se le dará una nueva alternativa de uso de la hoja de esta especie vegetal, por lo que se pretende dar una nueva alternativa de consumo, la cual aporte con beneficios nutricionales para los posibles consumidores. El impacto social que generará se basa en que se está creando una nueva manera del aprovechamiento a nivel agroindustrial del nopal.

Con respecto al estudio de los parámetros reológicos se realizó la investigación debido a que la reología tiene algunas utilidades en los alimentos, como por ejemplo; dentro de las medidas reológicas se encuentra que: permite obtener productos que se adecuen a las exigencias del consumidor, también son factores que se determinan en un control de calidad.

Se realizó un análisis sensorial debido a que los posibles consumidores establecieron si la bebida a elaborarse es aceptada para el consumo. Con el mejor tratamiento se efectuaron varios análisis, tales como físicos químicos, microbiológicos, análisis proximales, los cuales determinaron las bondades nutricionales del consumo del producto elaborado

Los objetivos planteados para la realización de la investigación fueron los siguientes:

- Evaluar la concentración de nopal (hoja) y maracuyá en la elaboración de una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantán) y dos endulzantes

(miel de abeja y estevia), para la determinación de los parámetros reológicos y sensoriales.

- Efectuar análisis físico químicos de la materia prima a emplearse en el proceso de elaboración de la bebida
- Determinar el mejor tratamiento, mediante la realización de un análisis sensorial.
- Determinar las propiedades reológicas tales como índice de consistencia, índice de comportamiento de flujo y viscosidad, del mejor tratamiento del producto elaborado.
- Realizar un análisis microbiológico del mejor tratamiento, para la determinación de la vida útil de la bebida.
- Realizar un análisis de costos del mejor tratamiento, para la determinación del costo de producción de la bebida.
- Estimar el valor nutritivo de la bebida mediante la realización del análisis proximal.

Las hipótesis planteadas para la investigación fueron las siguientes:

Hipótesis nula H0.- Las concentraciones de nopal y de maracuyá y la utilización de dos estabilizantes y de dos endulzantes no influyen significativamente en las propiedades reológicas, sensoriales, microbiológicos y nutricionales de la bebida.

Hipótesis Alternativa H1.- Las concentraciones de nopal y de maracuyá y la utilización de dos estabilizantes y de dos endulzantes si influyen significativamente en las propiedades reológicas, sensoriales, microbiológicos y nutricionales de la bebida.

El trabajo de investigación consta de tres capítulos en los cuales se realizó la parte teórica, la fase experimental y la fase de la interpretación y discusión de los resultados obtenidos a lo largo de la realización de la misma.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes

De acuerdo al tema de investigación "Evaluación de la concentración de nopal (hoja) (*Opuntia ficus – indica*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) en la elaboración de

una bebida utilizando dos estabilizantes (CMC y goma xantan) y dos endulzantes (miel de abeja y estevia) para determinar los parámetros reológicos y sensoriales en los laboratorios académicos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Período 2015 - 2016", mediante revisión bibliográfica, se ha encontrado las siguientes investigaciones, siendo las más destacadas las siguientes:

Según Barzallo Toscano Mayra Elizabeth y Chicaiza Claudio Gloria del Rocío, la investigación realizada en la **Universidad Técnica de Cotopaxi de la ciudad de Latacunga, en el año 2008, con el tema de investigación: “Elaboración de una bebida refrescante a base de tuna (*Opuntia ficus*), evaluando dos variedades, tres concentraciones y dos conservantes”**, a los resultados o conclusiones que se llegó fueron los siguientes: Se elaboró una bebida refrescante a base de la tuna, las variedades empleadas fueron la blanca y la amarilla, diferentes concentraciones y con distintos conservantes.

Según Almeida Franco Santiago Orlando y Báez Muñoz Leonid Santiago, la investigación realizada en la **Universidad Técnica del Norte, de la ciudad de Ibarra, en el año 2009, con el tema “Elaboración y evaluación de conservas en almíbar y salmuera a partir de penca de nopal (*Opuntia ficus indica*)**, de la cual se manifiesta que: Se elaboró conservas en almíbar y en salmuera de la penca del nopal, de la misma manera se realizó evaluaciones de control de calidad del producto obtenido, los análisis sensoriales efectuados fueron los de color, olor y sabor.

Se planteó un diseño experimental A x B x C; en donde el Factor A corresponde a la concentración de los sólidos solubles tanto de la salmuera como del almíbar, el factor B corresponde temperatura de escaldado y el factor C corresponde al tiempo de escaldado. Se realizaron varios análisis de la salmuera, tales como: densidad, pH, acidez y aceptabilidad.

Según Mena Pozo Gabriela Alexandra y Quiroz Rosero Sandra Elizabeth, la investigación realizada en la **Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, en el año 2011, con el tema de investigación: “Obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*), a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos”**, el resultado fue el siguiente: Se obtuvo una pulpa de Tuna a partir de las dos variedades amarilla y blanca; las variables evaluadas fueron pH y % de sólidos solubles en el proceso y en producto terminado se determinó la densidad, humedad, turbidez, fibra y rendimiento de la pulpa final.

Según Quiguango Yaselga Wilson Kleber, la investigación realizada en la **Universidad Técnica del Norte, de la ciudad de Ibarra, en el año 2011, con el tema “Utilización de la penca de nopal (*Opuntia ficus indica*), para la**

elaboración de jugo”, de la cual se manifiesta lo siguiente: Se elaboró el jugo de Nopal a partir del uso de la penca, el producto fue elaborado bajo normas de higiene, siguiendo los siguientes procesos: recepción, selección, despenado, lavado, troceado, extracción del jugo, estandarización, homogenización, filtración, pasteurización, envasado, sellado, enfriamiento y almacenado.

Por otro lado Panchi Guanoluisa Nataly Araceli, la investigación realizada en la **Universidad Técnica de Ambato, en el año 2013, con el tema de investigación “Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA – XT2i”**, se realizaron determinó los siguiente: Mediante ensayos aplicados en el equipo universal TA- XT2i se determinó la viscosidad del agua y los parámetros reológicos como son el índice de comportamiento de flujo (n) y el índice de consistencia (k) de bebidas a base de frutas con énfasis a la variación de la concentración de sólidos solubles.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Bebidas

SEGÚN LA NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutos y vegetales. Requisitos:

Se define los siguientes términos:

Jugo (zumo) de fruta: Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación, procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas, o a partir de frutas conservadas por medios físicos.

Jugo y pulpa concentrada edulcorada: Es el producto al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua ser adicionados para su reconstitución.

Néctar de fruta: Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación. Obtenido de la mezcla de jugo de fruta o pulpa, concentrados y sin concentrar, o la mezcla de estos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.

Bebida de fruta: Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de

éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.

1.2.1.1. Características de los jugos y pulpas

Según DURÁN Felipe, con el título del libro Manual del Ingeniero en Alimentos, manifiesta lo siguiente:

Las pulpas y jugos se caracterizan por poseer una variada gama de compuestos nutricionales que les confiere un atractivo especial para los consumidores. Están compuestas de agua en un 70 a 95%, pero su mayor importancia desde el punto de vista nutricional es su aporte a la dieta de principalmente vitaminas, minerales, enzimas y carbohidratos como la fibra. En particular la pulpa de cada especie posee compuestos que le hacen diferente en sus características de composición, organolépticas y rendimiento

1.2.1.2. Grados Brix o concentración de sólidos solubles

Son sustancias solubles en agua que reflejan un alto por ciento de la calidad de sólidos totales o carbohidratos contenidos en los frutos en por ciento. A mayor valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4,0 es considerado bueno, como lo indican JOSAFAD, MENDOZA y BORREGO (1998),

Según DURÁN Felipe, con el título del libro Manual del Ingeniero en Alimentos, manifiesta lo siguiente:

Estas características varían de manera importante aún entre frutas de una misma especie. Hay factores genéticos y agro culturales que influyen para que haya, por ejemplo guanábanas de una región que posean 12% de sólidos solubles y tras que puedan alcanzar hasta 23%. Obviamente lo mejor es conseguir frutas que posean alto rendimiento en pulpa, un elevado valor en sólidos solubles en intensas características sensoriales propias de la fruta.

1.2.2. Estabilizantes

BAÑEZ, TORRE Paloma, IRIGOYEN Aurora (2003) indican que:

Algunas sustancias, químicamente bastante complejas, insolubles en agua a concentraciones mayores del 5%, se destinan a la modificación de la textura de los alimentos. Se obtienen de fuentes vegetales o de microorganismos. Nutricionalmente no se digieren y, por esta razón, no aportan nutrientes. Por ello, se utilizan ampliamente para elaborar alimentos bajos en calorías. También son muy útiles en los alimentos precocinados congelados para mantener su estabilidad y evitar la pérdida de líquido al descongelarlos. Algunos de estos productos no están bien

definidos químicamente, pero todos tienen en común el tratarse de cadenas muy largas formadas por la unión de muchas moléculas de azúcares más o menos modificados.

Las gomas vegetales son productos obtenidos de exudados (resinas) y de semillas de vegetales, o producidas por microorganismos.

No suelen formar geles sólidos, sino soluciones más o menos viscosas. Se utilizan, por su gran capacidad de retención de agua, para favorecer el hinchamiento de diversos productos alimentarios, para estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en bebidas o postres, para estabilizar la espuma de cerveza o la nata montada, etc. En general son indigeribles por el organismo humano, aunque una parte es degradada por los microorganismos presentes en el intestino. Asimilables metabólicamente a la fibra dietética, pueden producir efectos beneficiosos reduciendo los niveles de colesterol del organismo

CUADRO 1. Sustancias empleadas como modificadores de la textura y que actualmente se autorizan como aditivos en la UE

Nombre	Obtención	Característica	Aplicación	Efectos y límites
Ácido algínico	Algas (<i>Macrocystis</i> , <i>Fucus</i> , <i>Laminaria</i> , etc)	Geles muy estables al calentarlos	Conservas vegetales, y salsas Confitería (mermeladas) y repostería (galletas). Queso fresco. Productos cárnicos (fiambres y patés)	No se absorbe en el intestino, y no le afecta la flora bacteriana. Cuando se exceden las concentraciones del 4% pueden disminuir la absorción de hierro y calcio. IDA.: hasta 50 mg/Kg
Carragenanos	Algas (<i>Gigartina</i> , <i>Chondrus</i> , <i>Furcellariayotras</i>)	Geles térmicamente reversibles con textura similar a la de la gelatina. Concentraciones superiores al 0,15% proporcionan texturas sólidas	Postres lácteos. Conservas vegetales, sopas y salsas. Cobertura de derivados cárnicos y de pescados enlatados	Baja absorción intestinal. No se han registrado casos de lesiones por su consumo. IDA.: hasta 50 mg/Kg.
Pectina	A partir de los restos de pulpa de naranja, limón y manzana.	Forma geles viscosos.	Repostería (mermeladas). Conservas vegetales, zumos de frutas	Se digiere alrededor del 10%. IDA: no especificada
Almidones modificados	A partir del almidón de maíz y patata, que se trata químicamente.	Formación de geles viscosos, resistentes al calor y en medios ácidos	Yogures y helados. Conservas vegetales y salsas espesas del tipo de las utilizadas en la cocina china	Se digieren y se metabolizan como el almidón natural, aportando las mismas calorías. La fracción modificada no puede asimilarse y son eliminados o utilizados por las bacterias intestinales.

Sorbitol	Presente de modo natural en ciruela y manzana.	Acción estabilizante y humectante por su capacidad de retener agua.	En todos los alimentos, limitado según las buenas prácticas de fabricación.	Se absorbe en el intestino lentamente y sólo el 70% se transforma en energía. Con fines dietéticos no deben excederse los 25 gr de ingesta diaria.
Manitol	Presente de modo natural en apio y endivia. Se obtiene por síntesis.	Proporcionan sabor dulce y refrescante.	En todos los alimentos, limitado según las buenas prácticas de fabricación.	Se absorbe poco en el intestino, y el absorbido se excreta en la orina sin metabolizarse. Cantidades superiores a los límites autorizados, pueden producir diarrea. No son metabolizados por las bacterias de la boca, por lo que no contribuyen a la aparición de caries dental.

Fuente: F.C. Ibáñez, P. Torre y A. Irigoyen (2003)

1.2.2.1.CMC (Carboximetilcelulosa)

Conocida como carboxi-metil.celulosa es un producto espesante, el cual es obtenido o es derivada de la celulosa, debido a sus funciones la CMC es empleada en la industria alimentaria, actúa como aglutinante, como espesante y estabilizante, y forma películas resistentes. Se utiliza en productos como tortillas de maíz por su habilidad de retener agua, en la elaboración de jugos y néctares, rellenos de pie, productos de panificación, como sustituto de grasa, en productos lácteos (helados), en salsas, aderezos y productos elaborados a base de jitomate, como lo manifiesta BADUI (2006)

1.2.2.2.Goma xantan

Según BADUI, Salvador (2006)

“Es un Heteropolisacárido ramificado sintetizado por diferentes especies de bacterias *Xanthomonas*, principalmente *X. campestris*, que produce la goma como una cobertura de protección”

Es una goma pseudoplástica, soluble en agua fría o caliente, y forma soluciones muy viscosas estables en un rango de pH de 1-9 así como a la presencia de diversas sales en el medio; produce soluciones traslúcidas aún a altas concentraciones, es resistente a la degradación enzimática, funciona como un buen crio protector, es compatible con otras gomas y presenta sinergia con los galactomananos. Su aplicación se recomienda en la producción de artículos cocinados, aderezos, salsas, productos elaborados a base de jitomate, bebidas, productos lácteos y fruta procesada.

1.2.3. Endulzantes

1.2.3.1. Edulcorantes naturales y artificiales

Según PÉREZ Christian:

Se entiende por edulcorante a aquel aditivo o sustancia química capaz de aportar o proporcionar un gusto dulce al alimento que lo contiene, un aditivo que, dicho sea de paso, ha ganado en importancia en la última década por el aumento en el consumo de los productos alimenticios llamados “light”.

Los endulzantes se emplean solos o combinados, donde proceden sinérgicamente para obtener el dulzor preferido o deseado, con concentraciones o cantidades reducidas que por separado. Por tanto, el consumidor acepta el sabor y los productos pueden ser estables durante su vida útil, según lo manifiesta MENEGHELLO (2013)

1.2.3.1.1. Endulzantes artificiales

Según Meneghello (2013),

Para que los endulzantes artificiales puedan ser consumidos, deben ser aprobados por la FDA, que es responsable de la regulación de alimentos, suplementos alimenticios y medicamentos. Esta institución es un referente a nivel mundial en cuanto al testeo de calidad de alimentos. Los endulzantes artificiales son sustitutos sintéticos del azúcar, pero que derivan de una sustancia natural. Los endulzantes artificiales son cientos de veces más dulces que el azúcar, por lo que con una cantidad mínima se obtiene un gran dulzor.

TABLA 1. Edulcorantes artificiales

Edulcorante	Poder Edulcorante
Sacarosa	1
Ciclamato	25-40
Aspartamo	100-200
Acelsulfamo – K	100-200
Sacarina	200-500

Dihidrochalcona	1500-1800
-----------------	-----------

Fuente: MENEGHELLO, Julio (2013)

1.2.3.1.2. Endulzantes naturales

Según PÉREZ Christian, “Los edulcorantes naturales destacan porque son obtenidos de frutas, arbustos o bien de las abejas (en el caso de la miel), y sorprenden por sus cualidades nutricionales y porque en definitiva se convierten en opciones muchísimo más saludables”

1.2.3.2. Estevia.

Según DURÁN, A. (*et. al*) (2012)

“Estevia es un edulcorante no calórico, de origen natural, que se cultiva y utiliza en diversas partes del mundo y que ha penetrado de manera importante en el mercado nacional e internacional”.

CUADRO 2. Usos y aplicaciones de estevia según mercados

MERCADO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	MERCADO DE LA SALUD	MERCADO DE LOS SUBPRODUCTOS
El edulcorante de estevia es resistente al calor (Hasta 200°C), es estable al ácido, incoloro y no fermenta.	Tratamiento contra diabetes.	Producción animal: raciones balanceadas, animales de granja, caballos de carreras, psicicultura.
Refuerza sabores y olores.	Acción hipoglucémica.	Cosméticos: cremas, lociones, jabones.
No tiene calorías y es natural.	Acción cardiovascular.	Agricultura: cultivos y céspedes
Es un edulcorante no tóxico y no adictivo.	Acción antimicrobiana.	Ambiente: descontamina de la dioxina y los químicos peligrosos.
Es potente: 250 a 300 veces más dulce que el azúcar en su forma procesada.	Acción tónica digestiva.	Suelo: desinfectante de bacterias, hongos filamentosos y algas marinas.
Es un edulcorante de mesa para el té, el café, etc.	Previene la caries y retarda la placa.	
Fuente de antioxidantes	Cero calorías.	
Enaltecedor de bebidas alcohólicas (agente de envejecimiento y catalizador)	Controla eczema y acné, agente curativo de la piel.	

Productos potenciales: aditivo para bebidas gaseosas, jarabes de frutas, refrescos, jugos de fruta, helados, yogures, sorbetes, pasteles, bizcochos, tortas, panes dulces, tartas, panificados, mermeladas, salsas, curtidos, jaleas, postres, chicles, dulces, confiterías, frutos del mar, verduras, dietas para bajar de peso, dietas diabéticas, enaltecedor del sabor, color y olor	Para el tratamiento de la hipertensión y el control de la presión arterial.
	Antagonista de calcio
	Agente bactericida
	Productos potenciales: enjuague bucal, pérdida de peso, pasta dentífrica, cuidado de la piel, tratamientos médicos.

Fuente: González, Andrés; Moralejo, Silvia (2011)

1.2.3.3. Miel de abeja

Según YUNIEL, Lorenzo (2012)

“El principal producto natural producido por las abejas de la especie *Apis mellifera* lo constituye la miel de abeja, la cual posee propiedades estimulantes, nutritivas y terapéuticas que la hacen un producto de gran demanda en el mercado internacional”

En la época actual, con el auge de los alimentos biológicos la miel goza de una gran reputación como producto natural, es ampliamente conocida en el mundo como edulcorante y también por sus excelentes propiedades terapéuticas. Es una mezcla compleja compuesta básicamente por un 75% de azúcares, un 20% de humedad y el resto por ácidos, proteínas y minerales, siendo uno de los alimentos más completos del cual la sociedad actual cuenta para enriquecer la dieta diaria (Mateu y col., 1993).

1.2.4. Reología

Como indica MULLER, (1973); IBARZ Y BARBOSA-CANOVAS, (1999). Citado por MENDEZ Ma. Guadalupe (2001)

El término reología fue inventado por el profesor Bingham Lafayette. Significa "el estudio de la deformación y el comportamiento de flujo de la materia". Otra de las definiciones dadas y una de las más completas es: "La reología es la ciencia que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación a través de relaciones matemáticas constitutivas reológicas de estado." Así también se tiene la dada por Webster: "Es el estudio de los cambios en forma y el flujo de la materia abarcando elasticidad, viscosidad y plasticidad; se encuentra también que la reología, la ciencia de la deformación de la materia, se ocupa preferentemente de la

deformación de los cuerpos aparentemente continuos y coherentes. Pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, del flujo de polvos e incluso de la reducción a partículas.

Como indican IBARZ Albert y BARBOSA Gustavo (2005)

La reología es la ciencia que estudia el flujo y las deformaciones de sólidos y fluidos, bajo la influencia de fuerzas mecánicas. Para el estudio del comportamiento reológico de los diferentes productos, es necesario recurrir a la reometría, lo que permite conocer dicho comportamiento, y ser utilizado en distintos campos de la industria. Así, las medidas reológicas de un producto en la etapa de manufactura pueden servir como control de calidad de dicho producto. También puede llegar a correlacionarse la microestructura de un producto con su comportamiento reológico, lo que permite el desarrollo de nuevos materiales.

1.2.4.1.Reología en alimentos

ALVARADO, Juan de Dios (1994) indica que:

El estudio de la reología de alimentos está actualmente intensificado por las razones siguientes: los datos de las propiedades reológicas son indispensables para el cálculo y diseño de equipos como bombas, intercambiadores de calor, evaporadores, deshidratadores y todos los equipos en los que existe flujo o cambios en la consistencia. Son índices actuales de control de calidad. Permiten explorar la estructura de la materia que constituye a los alimentos. Conducen a relacionar la consistencia con la aceptabilidad de los alimentos por medidas físicas.

1.2.4.2.Importancia de la determinación de las propiedades reológicas en alimentos

ALVARADO, Juan de Dios (1994) indica lo siguiente:

Varias son las razones para determinar las propiedades reológicas de alimentos:

- Son básicas en la ingeniería de procesos para el diseño de plantas, en el cálculo de requerimientos de bombeo; para establecer las dimensiones de tuberías y válvulas; para realizar mezclas; además, se utilizan en el cálculo de operaciones básicas con transferencia de calor, masa y cantidad de movimiento.

- También se aprovechan para control instrumental de calidad del material crudo previo al procesamiento, de productos intermedios durante la manufactura, y de los productos finales después de la producción.
- Sirven para evaluar la calidad preferida por el consumidor por medio de correlaciones entre las medidas reológicas y pruebas sensoriales.
- Permiten elucidar la estructura o composición de alimentos y analizar los cambios estructurales que ocurren durante un proceso.

1.2.4.3.Fluidos

Son sustancias que circulan o fluyen sin descomponerse o desintegrarse al aplicarles una presión, entre estos se incluyen a gases, líquidos y algunos sólidos, en el caso de los fluidos líquidos se requieren diferentes esfuerzos de cizalla, para que las moléculas pasen de una capa a otra a una determinada velocidad. El comportamiento reológico de un fluido es caracterizado de acuerdo a la relación entre el esfuerzo de cizalla necesario para provocar una determinada velocidad de deformación en cizalla, como lo manifiesta ALVARADO (1994).

1.2.4.4.Densidad

SINGH, Paul y HELDMAN (1997), indican que :

La densidad de un líquido se define como su masa por unidad de volumen y se expresa en kg/m^3 en el sistema internacional de unidades, SI. En un sentido físico, la densidad es la masa de un líquido que ocupa una unidad de volumen definido. El factor más evidente es que la magnitud de la densidad está influenciada por la temperatura. Por ejemplo, la densidad del agua disminuye apreciablemente con la temperatura a temperaturas superiores a 4°C .

La densidad de los líquidos se mide generalmente mediante un densímetro o hidrómetro manual. Este instrumento mide la gravedad específica, también conocida como densidad relativa; es decir, la relación entre la densidad de un determinado líquido y la densidad del agua a la misma temperatura.

1.2.4.5.Viscosidad

SINGH, Paul y HELDMAN (1997), indican que :

La viscosidad es la propiedad del líquido que define la magnitud de su resistencia debida a las fuerzas de cizalla en su interior, siendo la propiedad que más influye en las características de flujo. Un fluido no resiste la distorsión permanente sino que cambia su forma. Cuando se le somete a una tensión, el fluido tenderá a deformarse; es decir fluirá, aumentando la velocidad de flujo al aumentar la tensión ejercida. Los

diferentes fluidos presentan diferentes grados de resistencia a la tensión aplicada. La viscosidad es la propiedad del fluido que define la resistencia al movimiento existente entre las capas internas del fluido.

Según WHITE, Frank (2004)

“La viscosidad es una medida cuantitativa de la resistencia de un fluido a fluir. Más concretamente, la viscosidad determina la velocidad de deformación del fluido cuando se le aplica un esfuerzo cortante dado. Podemos movernos fácilmente a través del aire, que tiene una viscosidad muy baja”.

1.2.4.6. Influencia de la temperatura en la viscosidad

SINGH, Paul y HELDMAN (1997), mencionan que :

La viscosidad de un líquido depende fuertemente de la temperatura. Teniendo en cuenta que la temperatura cambia apreciablemente durante muchas operaciones del proceso es importante obtener valores apropiados de viscosidad dentro del intervalo de temperaturas existente durante el procesado del producto. Esta dependencia de la viscosidad con la temperatura obliga a un cuidado adicional con el fin de evitar fluctuaciones de temperatura durante las medidas de viscosidad. En el caso del agua, la sensibilidad de la viscosidad respecto a la temperatura es del 3%/°C a temperatura ambiente. Esto significa que para obtener una precisión en la medida de $\pm 1\%$ se requiere que la temperatura de la muestra se mantenga dentro de $\pm 0,3^\circ\text{C}$.

Existen evidencias que demuestran que la influencia de la temperatura sobre la viscosidad para los alimentos líquidos puede describirse mediante una relación tipo Arrhenius,

$$\mu = \ln B_A + \frac{E_a}{R_g T_A} \ln$$

Donde B_A es la constante de Arrhenius, E_a la energía de activación, y R_g la constante de los gases ideales. La ecuación puede utilizarse para reducir el número de medidas necesarias para determinar la influencia de la temperatura sobre la viscosidad en un alimento líquido. Si pueden obtenerse los valores de las constantes (B_A y E_a/R_g) mediante medidas a tres o más temperaturas, es posible conocer con bastante precisión el valor de la viscosidad a otras temperaturas dentro del intervalo de operación establecido.

1.2.4.7. Clasificación reológica de alimentos fluidos

Como indican IBARZ, Albert y BARBOSA, Gustavo (2005)

En la mecánica clásica, la distinción entre líquidos y sólidos fue en un principio muy clara, y se generaron leyes físicas separadas para describir sus comportamientos; los sólidos representados por la ley de Hooke y los líquidos por la de Newton. Sin embargo, existe una variedad de productos que cuando fluyen presentan un comportamiento comprendido entre estos dos extremos. Tal es el caso de una gran cantidad de alimentos. Es justamente en estos casos en los que, para optimizar su uso en la industria, interesa caracterizarlos reológicamente. La clasificación de los alimentos fluidos puede realizarse mediante las funciones viscosimétricas, definidas en el apartado anterior. Así, para fluidos newtonianos, la función viscosidad es constante, siendo precisamente su valor el de la viscosidad newtoniana [$\eta(\dot{\gamma}) = \eta = \text{cte}$]. En los fluidos no newtonianos esta función ya no es constante, pero puede ser independiente o dependiente del tiempo, lo que permite distinguir los fluidos no newtonianos independientes y dependientes del tiempo.

De esta forma, se puede realizar una clasificación de los fluidos alimentarios según el esquema:

- A) Flujo newtoniano.
- B) Flujo no newtoniano.
 - 1) Comportamiento independiente del tiempo.
 - a) Fluidos plásticos.
 - b) Fluidos pseudoplásticos.
 - c) Fluidos dilatantes.
 - 2) Comportamiento dependiente del tiempo.
 - a) Fluidos tixotrópicos.
 - b) Fluidos antitixotrópicos o reopéticos.
- C) Comportamiento viscoelástico.

1.2.4.8. Índice de consistencia

El índice de consistencia es el factor de consistencia del flujo laminar. Podemos describirla de forma idéntica al concepto de viscosidad plástica dado que un aumento de K indica un aumento en la concentración de sólidos ò disminución del tamaño de las partículas.

Indica la consistencia del fluido; es decir, si el valor de K es alto, el fluido es más "viscoso" y viceversa.

1.2.4. 9. Índice de comportamiento al flujo

“Es la relación numérica entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte. Es una medida de la no-newtonianidad del fluido, entre más alejado de la unidad sea el valor de n , mas no-Newtoniano es el comportamiento del fluido”

1.2.5. Materia Prima

1.2.5.1. NOPAL (*Opuntia ficus indica*)

Las tunas pertenecen a la familia de las cetáceas del género *Opuntia*, pertenecen a la especie *ficus indica*. La taxonomía de las Opuntias es muy compleja, ya que el fenotipo varía según las condiciones agroecológicas del lugar donde se las encuentra, además de la existencia de muchos híbridos como lo indica SHEINVAR (1999).

1.2.5.2. Características generales del Nopal

Los “nopales”, corresponden al género denominado Opuntia, el nopal se inserta como elemento de desarrollo interior al pueblo y cultura desde tiempos remotos. El nombre antiguo es Tenochtitlán, que significa fruta de piedra (porque está compuesto de fruta); los aztecas que fueron los que más lo emplearon, le dieron el nombre de “Notchli” o “Nopalli” que es la fruta, llamada tuna.

El árbol (cardo) que lleva esta fruta Notchtli, se llama entre los indígenas mexicanos nopal, lo utilizaron como sustrato para cultivar un insecto del genero *Dactylopius spp*, conocido como “Cochinilla de Nopal” o “Grana”, de la cual extraían un vistoso tinte para teñir textiles (p.23), como lo manifiesta BARBERA *et al.* (1994).

Los nopales han sido descritos por numerosos autores; por lo tanto, aquí se hace solo una breve descripción debido al interés que presentan las diferentes partes de la planta para su industrialización, como lo manifiestan BRAVO, (1978); PIMIENTA, (1990); SUDZUKI *et al.*, (1993); SUDZUKI (1999); SCHEIWAR (1999); BARBERA *et al.*(1999); NOBEL y BOBICH (2002).

SUDZUKI *et al.*, 1993 SUDZUKI, 1999; VILLEGAS y de GANTE, 1997).

Manifiestan lo siguiente:

Los nopales son plantas arbustivas, rastreras o erectas que pueden alcanzar 3,5 a 5 m de altura. El sistema radical es muy extenso densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales en zonas áridas de escasa pluviometría. La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, especialmente el riego y la fertilización.

Los tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados pencas, presentan forma de raqueta ovoide o alongada alcanzando hasta 60 – 70 cm de longitud, dependiendo del agua y de los nutrientes disponibles. Cuando miden de 10 – 12 cm son tiernos y se pueden consumir como verdura como lo manifiesta SUDZUKI *et al.* (1993).

“El aumento del área del cladodio dura alrededor de 90 días. Sobre ambas caras del cladodio se presentan las yemas, llamadas aréolas, que tienen la capacidad de desarrollar nuevos cladolios, flores y raíces aéreas según las condiciones ambientales”, según SUDZUKI *et al.* (1993).

“Las aréolas presentan en su cavidad espinas, que generalmente son de dos tipos: algunas pequeñas, agrupadas en gran número (gloquidios), -en México comúnmente se llaman aguates- y las grandes que son, según algunos botánicos, hojas modificadas”, como lo manifiestan GRANADOS y CASTAÑEDA (1996).

1.2.5.3. Clasificación taxonómica de la planta

CUADRO 3. Taxonomía de la planta de nopal

Reino	Phantae
Subreino	Embriophita
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Carophyllales
Familia	Cactaceae
Tribu	Opuntiae
Género	<i>Opuntia</i>
Especie	<i>ficus indica</i>
Nombre Común	Tuna, higo de cacto, higo chambo.

Fuente: Arévalo (2007)

1.2.5.4. Características botánicas del nopal

Las características botánicas del nopal son:

Tallo: El tallo y las ramas están constituidos por pencas o cladodios con apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros, pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura y 4 m de diámetro. Las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 m de altura.

Hojas: También conocidos como cladodios, las pencas son tallos fotosintéticos de cutícula gruesa y cerosa que evita la evapotranspiración.

Las hojas caducas sólo se observan sobre tallos tiernos, cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hayan las aérolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente de 4 a 5 mm de longitud.

Flores: Las flores son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aérola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 45 días de su brotación.

Fruto: El fruto es una baya polisperma, carnosa, de forma ovoide esférica, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud. Son comestibles, agradables y dulces.

El fruto es de forma cilíndrica de color verde y toma diferentes colores cuando madura; la pulpa es gelatinosa conteniendo numerosas semillas. (p31), Según ABUNDIZ – BONILLA et al. (1990).

1.2.5.5. Composición química del nopal

Como indica TORRES Aldo en la realización de la investigación con el tema “Composición química del nopal y sus implicaciones en la nutrición de rumiantes (experiencias de Brasil)”:

La composición química del nopal es muy variable en función de la especie, edad de las raquetas y época del año. Por su características adaptativas a ambientes áridos el nopal independientemente del género presenta bajos niveles de materia seca, proteína cruda y valores medianos para FDN y FDA.

La grande riqueza del nopal está en sus altos niveles de carbohidratos no estructurales y materia mineral

TABLA 2. Composición química del nopal

COMPUESTO QUÍMICO	CANTIDAD
Agua	85-90 %
Sólidos solubles totales	12-17 %
Azúcares totales	10-17 %
Azúcares reductores	4-14 %
Proteína	1,4-1,6 %
pH	5,3-7,1
Grasa	0,5 %
Fibra	232,4/100g
Acidez titulable (% Ac. Cítrico)	0,01-0,12
Ácido ascórbico (vitamina C)	12,70 mg/100g
Viscosidad (30°C)	1,37 cps
Triptófano	8,0 mg/100g proteína
Calcio	49 ppm
Magnesio	13-15 mg/100 g
Fósforo	38 ppm
Hierro	2,6 ppm
Vitamina A	0,002 ppm
Tiamina	0,0002 ppm
Riboflavina	0,02 ppm
Niacina	0,20 ppm
Ácido nicotínico	0,40-0,60 mg/ 100g
Vitamina B6	0,06 mg
Beta caroteno	12,90 mg/100g
Vitamina B2	0,04 mg
Vitamina B1	0,03 mg

Fuente: <http://www.chapingo.mx/ciestaam/directorio/nopal.htm>**1.2.5.6. Composición nutricional del nopal****TABLA 3.** Composición nutricional del nopal

Nutrientes	Cantidad
Energía	16
Proteína	1,32

Grasa total (g)	0,09
Colesterol (mg)	0
Glúcidos	3,33
Fibra (g)	2,20
Calcio (mg)	164
Hierro (mg)	0,59
Yodo (µg)	---
Vitamina A (mg)	23
Vitamina C (mg)	9,30
Vitamina D (µg)	0
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 (µg)	0
Folato (µg)	3

Fuente: <http://composicionnutricional.com/alimentos/NOPALESRAW-6>

1.2.5.7. Usos agroindustriales del nopal

Varios son los usos agroindustriales que se le dá al nopal entre ellos: los productos hortofrutícolas en buen estado durante más acceden a diversos mercados, se obtiene productos con un mayor valor agregado, se amplía la vida útil y la disponibilidad del producto a lo largo de todo el año, regular los precios en caso de sobreoferta en el mercado del producto en fresco, así como generar empleo son, entre otros aspectos las principales ventajas y razones de ser de la industrialización de la producción agropecuaria, como lo manifiestan CORRALES y FLORES (1992)

El procedimiento e industrialización del nopal resulta de gran interés, dado que es tecnológicamente posible y que puede ser económicamente viable y rentable dependiendo de algunos factores mercadotécnicos y organizacionales; además constituye un beneficio para los productores agrícolas marginales de las zonas áridas. (p. 51).

Los usos que se le da al nopal son los siguientes:

- Jugos y bebidas.
- Mermeladas y dulces.
- Nopalitos en escabeche.
- Nopalitos en salmuera.
- Harinas.

1.2.6. MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las Passifloras, de la que se conoce más de 400 variedades. Es originaria de Perú, presenta dos variedades diferentes: la púrpura o morada (*P. edulis* Sims.) y la amarilla *Passiflora edulis* Sims. forma *flavicarpa*). La morada, se consume en fresco y prospera en lugares semi cálidos y a mayor altura sobre el nivel del mar, en tanto que la amarilla crece en climas cálidos, desde el nivel del mar hasta 1000 m de altitud. La amarilla es más apreciada por la industria gracias a su mayor acidez, como lo manifiesta Amaya (2009)

1.2.6.1. Clasificación taxonómica de la maracuyá CUADRO

4. Taxonomía de la planta de maracuyá

División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Arquiclamidea
Orden	Perietales
Suborden	Flacourtiinae
Familia	Passifloraceae
Género	Passiflora
Especie	Edulis
Variedad	Purpúrea y Flavicarpa

Fuente: AMAYA Julio. Manual del cultivo de maracuyá.

1.2.6.2. Composición de la pulpa de maracuyá

TABLA 3. Composición de la pulpa de maracuyá

Componente	Amarilla	Morada
Calorías (cal)	53	51
Proteínas (g)	0,67	0,39
Grasa (g)	0,05	0,05
Carbohidratos (g)	13,72	13,60
Fibra (g)	0,17	0,04
Ceniza (g)	0,49	0,34
Calcio (mg)	3,80	3,60
Fosforo (mg)	24,60	12,50
Hierro (mg)	0,36	0,24
Vitamina A (mg)	2410	71
Niacina (mg)	2,24	1,46
Ácido ascórbico	20	29,80

Fuente: MALAVOLTA E. Nutrición y fertilización del maracuyá.

1.3. Marco Conceptual

- **Aérola:** Es la característica distintiva de la familia Cactaceae y sirve para identificarla como familia separada de otras plantas suculentas semejantes. Las areolas son yemas axilares altamente especializadas, por lo que se trata de zonas meristemáticas.
- **Baya:** Fruto carnoso o pulposo con varias semillas en su interior que están envueltas directamente por la pulpa.
- **Fenotipo:** todos aquellos rasgos particulares y genéticamente heredados de cualquier organismo que lo hacen único e irrepetible en su clase.
- **Nopal:** Planta cactácea de tallos muy carnosos formados por una serie de paletas ovales con espinas que representan las hojas, flores grandes con muchos pétalos y fruto (higo chumbo o tuna) en baya de corteza verde amarillento y pulpa comestible, de sabor dulce y color anaranjado o verdoso. □ **Opuntia:** Comúnmente conocida como, entre otros, chumbera, tuna, nopal, es una planta de la familia de las cactáceas.
- **Pluviometría:** Estudio de la distribución de las lluvias o las precipitaciones según el espacio geográfico y las estaciones del año.
- **Reologia:** Es la ciencia que estudia la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y el derrame de la materia.
- **Sustrato:** superficie en la que una planta o un animal vive. El sustrato puede incluir materiales bióticos o abióticos.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el capítulo II se detalla varios aspectos, tales como los materiales, materia prima y métodos que fueron empleados para la realización de la fase experimental del trabajo de investigación. De igual manera se describe la ubicación geográfica del ensayo y el diseño experimental empleado con sus factores de estudio tanto para la elaboración de la bebida, como también para la ejecución del análisis sensorial para la determinación del mejor tratamiento.

Igualmente se detalla el tipo de investigación que será empleado, y se describe el proceso de elaboración de la bebida, el cual va detallado en un diagrama de flujo.

Con respecto a la determinación de las propiedades reológicas del mejor tratamiento, de igual manera en el presente capítulo se detalla el método, equipos y materiales de laboratorio que serán necesarios para la ejecución de esta fase experimental.

2.1. Ubicación del ensayo

El ensayo o fase experimental fue realizado en la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

2.1.1. *Ubicación geográfica del ensayo*

Provincia: Tungurahua.

Cantón: Ambato.

Parroquia: Huachi Chico.

2.1.2. *Situación Geográfica*

Longitud: 78°37'11''

Altitud: 2580 mmsm

Latitud: 1° 13' 28''

2.1.3. *Condiciones edafoclimáticas*

Temperatura media anual: 18°C

Precipitación: 504 mm

Humedad relativa: 80,85%

2.2. Recursos, materia prima, estabilizantes, endulzantes equipos, materiales, implementos y herramientas

2.2.1. Recursos humanos

Autor: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

Director: Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes. MSc.

Asesor técnico: Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria. MSc. PhD.

Asesor técnico: Ing. Liliana Patricia Acurio Arcos. MSc.

2.2.2. Materia prima

- Hojas de nopal (*Opuntia ficus indica*).
- Maracuyá (*Passiflora edulis*).

2.2.3. Estabilizantes

- CMC (Carboxi metil celulosa) - Goma xantan.

2.2.4. Endulzantes

- Miel de abeja.
- Estevia.

2.2.5. Equipos

- Balanza analítica.
- pH – stato.
- Densímetro.
- Refractómetro.
- Reómetro.

2.2.6. Materiales de laboratorio

- Termómetro.
- Probetas.
- Buretas.
- Vasos de precipitación (100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml).
- Soporte universal.
- Pissetas.
- Varillas de agitación.
- Matraces.

2.2.7. Reactivos

- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Felnotaleína al 2%.
- Alcohol.
- Agua destilada.

2.2.8. Instrumentos y herramientas

- Coladores.
- Chuchillos.

- Cucharas.
- Tela lienzo.
- Guantes de nitrilo.
- Playos.
- Bandejas de plástico y de acero inoxidable.

2.2.9. Materiales de oficina y recursos tecnológicos.

- Esferos.
- Lápices.
- Hojas de papel bond A4.
- Etiquetas.
- Marcadores.
- Esferos.
- Computador.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.
- Memory flash.
- Impresora.
- Internet.
- Software: Statgraphics, End Note, Visio, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point.

2.3. Diseño metodológico

Dentro de la metodología, vienen inmiscuidos varios tipos de investigación, técnicas y métodos, los cuales se detallan a continuación

2.3.1. Tipos de investigación

Para la realización de la investigación fueron empleados varios tipos de investigación, los cuales fueron:

2.3.1.1. Investigación exploratoria

También conocido como estudio piloto, son aquellos que se investigan por primera vez o son estudios muy pocos investigados. También se emplean para identificar una problemática y el tema de la investigación; delimitación del tema.

Identificación del problema y las variables de la investigación

2.3.1.2. Investigación descriptiva

También conocida como la investigación estadística, describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio.

Ayudan a elegir un tema y las fuentes apropiadas, ayuda a examinar las características del problema. Esta nos ayuda a describir los diferentes procesos que se van a realizar a lo largo de la investigación, permite describir las variables de estudio.

2.3.1.3. Investigación analítica

Es un procedimiento más complejo con respecto a investigación descriptiva, que consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y el control sin aplicar o manipular las variables, estudiando estas según se dan naturalmente en los grupos. Ayuda a establecer diferencias entre las variables de estudio determinadas para la elaboración de la tesis. Fue indispensable para obtener datos mediante la aplicación de análisis sensoriales, físico químicos y microbiológicos.

2.3.1. 4. Investigación experimental

Es un procedimiento metodológico en el cual un grupo de individuos o conglomerados son divididos en forma aleatoria en grupos de estudios y control y son analizados con respecto a un factor o medida que el investigador introduce para estudiar y evaluar.

Una vez determinadas las variables, estas son las que van hacer diferente al experimento razón por la cual se aplica la investigación experimental en la elaboración de la tesis. Ayuda a investigar y dar solución al problema establecido en la tesis. Mediante métodos experimentales se realizó experimentos prácticos que permitieron determinar el mejor tratamiento de los planteados en la tesis.

2.3.2. Métodos

2.3.2.1. Método científico

El método científico es un proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos. Permitted poner en práctica la ciencia y teoría consultada a lo largo del desarrollo de la tesis para generar el nuevo producto. Fue útil para conocer, datos de los tratamientos a experimentar, y a la vez determinar si el producto a elaborar es apto o no para el consumo humano.

2.3.2.2. Método Inductivo

Se analizan solo casos particulares, cuyos resultados son tomados para extraer conclusiones de carácter general. A partir de las observaciones sistemáticas de la realidad se descubre la generalización de un hecho y una teoría. Se emplea la observación y la experimentación para llegar a las generalidades de hechos que se repiten una y otra vez. Este método permitió establecer las conclusiones de la tesis.

2.3.2.3.Método deductivo

Parte de una premisa general para obtener las conclusiones de un caso particular. Pone el énfasis en la teoría, modelos teóricos, la explicación y abstracción, antes de recopilar datos empíricos, hacer observaciones o emplear experimentos. La utilización de este método permitió analizar minuciosamente cada uno de los resultados que arrojen los tratamientos y establecer las conclusiones de la tesis.

2.3.2.4.Método analítico

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Este método se lo empleó analizar cada uno de los tratamientos mediante análisis organoléptico, reológicos, físicos químicos, microbiológicos y con ello poder determinar el mejor tratamiento.

2.3.2. 5.Método sintético

El método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen. El empleo de este método fue de mucha utilidad para la interpretación de resultados y para poder establecer conclusiones y recomendaciones.

2.3.3. Técnicas

A continuación se detallan cada una de las técnicas que fueron empleadas en el desarrollo de la investigación:

2.3.3.1.Observación

Es la técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho, caso o actividad, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es la técnica más antigua que se utiliza para la evaluación psicológica; pero todavía

se la emplea. Y proporciona garantías suficientes en el momento de la recolección de datos. En el desarrollo de la investigación la observación será empleada para la apreciación visual de varias etapas del desarrollo de la tesis.

2.3.3.2. Cuestionario

Es la técnica de apoyo en las entrevistas, las encuestas y los tests. Un cuestionario cuenta de varias preguntas que deben ser contestadas en forma concreta y precisa.

Esta técnica permite la recolección de información de una forma muy efectiva.

2.3.3.3. Encuesta

En esta técnica se trata de obtener datos o información de varias personas en la cual sus opiniones tienen mucha importancia para el investigador. En el desarrollo de la investigación esta técnica fue empleada para medir la aceptabilidad mediante la realización de las catas de la bebida a elaborada.

2.4. Características del ensayo

2.4.1. Determinación de los °Brix

Los °Brix de las muestras empeladas en el desarrollo de la fase experimental fueron determinados en un Refractómetro. El procedimiento fue el siguiente:

- Calibrar el equipo a un índice de refracción de 1.5114.
- Colocar una pequeña cantidad de muestra en la base del prisma del refractómetro.
- Cerrar el refractómetro.
- Observar el valor que indica el equipo de la cantidad de solidos solubles o °Brix presentes en las muestras.
- Lavar la base del refractómetro con alcohol potable.

2.4.2. Determinación del pH

El pH de las muestras fue medido con la ayuda de un pH-metro. El procedimiento fue el siguiente:

- Calibrar el equipo con una solución buffer de pH 7,0
- Calibrar el pH con una solución buffer de pH 4,0 - Agregar 50 ml de muestra en un vaso de precipitación.
- Introducir el electrodo en la muestra.
- Esperar 5 minutos hasta que el valor del pH se estabilice.

- Leer y se registrar el valor del pH de la muestra.
- Lavar el electrodo con agua destilada.
- Secar el electrodo.

2.4.3. Determinación de la densidad

Para la determinación de la densidad se utilizaron picnómetros de 10 ml y 5 ml. Es de suma importancia que los picnómetros estén secos, para lo cual deben permanecer previamente en un desecador. También es fundamental el uso de guantes de nitrilo durante la determinación de la densidad. El procedimiento es el siguiente:

- Pesar los picnómetros vacíos.
- Agregar agua destilada a 20°C en los picnómetros.
- Pesar los picnómetros el agua destilada.
- Secar los picnómetros.
- Agregar la muestra a 20°C en los picnómetros.
- Esperar 30 min.
- Pesar los picnómetros con la muestra a 20°C.

2.4.4. Determinación de la acidez

Para la determinación de la acidez de las muestras se utilizó NaOH 0,1N; fenolftaleína, soporte universal, matraces. El procedimiento para la determinación de la acidez fue el siguiente:

- Armar el equipo de titulación; soporte universal, pinzas.
- Pesar el matraz vacío.
- Pesar 40 gramos de muestra.
- Pesar el matraz con la muestra.
- Añadir seis gotas de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0,1N

2.4.5. Determinación de los parámetros reológicos

Para la determinación de los parámetros reológicos tales como la viscosidad, el índice de consistencia y el índice de comportamiento al flujo se utilizó el reómetro.

- Se empleó la reometría rotacional.
- Se colocó una pequeña muestra de bebida en el platillo del reómetro.

- Se trabajó a distintas temperaturas, las cuáles fueron: 8, 20 y 35°C
- El proceso de determinación de la viscosidad es automatizado con el uso de un software específico empleado por el reómetro de la marca comercial Anton-Paar.
- Los datos obtenidos en las diferentes corridas o determinaciones de viscosidad fueron trasladados al software Excel en el cual se procedió a determinar la viscosidad promedio de las muestras a diferentes temperaturas.
- Con los datos obtenidos se procedió a determinar el índice de consistencia y el índice de comportamiento al flujo con el empleo de la ley de la potencia.
- Se procedió a la elaboración de los reogramas.

2.5. Variables e indicadores

CUADRO 5. Variables e indicadores para la caracterización de la bebida de hoja de nopal y maracuyá

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	
Bebida de nopal (hoja) y maracuyá	Concentraciones de nopal (hoja) y maracuyá	Físico químicos (Materia prima) (Producto o bebida)	Acidez pH Densidad °Brix.
		Sensoriales (Producto o bebida)	Olor Sabor Color Apariencia Aceptabilidad.
	Estabilizantes: CMC y goma xantán	Reológicos (Tres mejores tratamientos)	Índice de consistencia. Índice de comportamiento al flujo. Viscosidad.
		Microbiológicos	Mohos. Levaduras. Coliformes. Bacterias mesófitas, aerobias
		Análisis proximales (Producto o bebida)	Fibra. Vitaminas. Carbohidratos. Minerales. Aporte calórico.
Endulzantes: miel de abeja y estevia			

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto.

2.6. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en la realización de la investigación fueron las siguientes

- Olor.
- Sabor.
- Color.
- Apariencia.
- Aceptabilidad

2.7. Factores de estudio

Los factores de estudio empleados en la investigación fueron los siguientes:

TABLA 4. Factores de estudio

FACTORES	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
A	Concentraciones de hoja de nopal y maracuyá	a1 a2 a3	12,5:87,5 25:75 50:50
B	Estabilizantes	b1 b2	CMC Goma Xantan
C	Endulzantes	c1 c2	Miel de abeja Estevia

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto.

2.8. Diseño experimental

2.8.1. Para la elaboración de las muestras

Se empleó un diseño $A \times B \times C$, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = efecto global.

A_i = efecto del i-ésimo del factor A; $i=1, \dots, a$

B_j = efecto del j-ésimo del factor B; $j=1, \dots, b$

C_k = efecto del k-ésimo del factor C, $k=1, \dots, c$

- $(AB)_{ij}$ = efecto de interacción entre los factores A,B
- $(AC)_{ik}$ = efecto de interacción entre los factores A,C
- $(BC)_{jk}$ = efecto de interacción entre los factores B,C
- $(ABC)_{ijk}$ = efecto de interacción entre los factores A,B,C
- R_l = efecto de la replicación del experimento;
 $l=1, \dots, r$
- ϵ_{ijkl} = residuo o error experimental.

El tipo de diseño experimental empleado en la investigación se detalla en la siguiente tabla:

TABLA 5. Tipo de diseño a utilizar: diseño factorial $A \times B \times C$. Cuadro de adeva.

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Total	35	$(a \times b \times c \times r) - 1$
Tratamientos	11	$(a \times b \times c) - 1$
Factor A	2	$a - 1$
Factor B	1	$b - 1$
Factor C	1	$c - 1$
A*B	2	$(a-1)(b-1)$
A*C	2	$(a-1)(c-1)$
B*C	1	$(b-1)(c-1)$
A*B*C	2	$(a-1)(b-1)(c-1)$
Repeticiones	2	$r - 1$
Error experimental	22	Diferencia

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

2.8.1.1. Tratamientos de estudio

Para la presente investigación al combinar los factores A, B y C y con tres réplicas, se presenta la siguiente tabla con la descripción para la primera réplica y en las otras dos réplicas fue en forma aleatoria. También se indica el número de tratamientos totales.

TABLA 6. Tratamientos de estudio

RÉPLICAS	CÓDIGO	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
I, II, III	t1	a1b1c1	Concentración 12,5:87,5; CMC; miel de abeja

t2	a1b1c2	Concentración 12,5:87,5; CMC; estevia
t3	a1b1c1	Concentración 12,5:87,5; goma xantan; miel de abeja
t4	a1b2c2	Concentración 12,5:87,5; goma xantan, estevia
t5	a2b1c1	Concentración 25:75; CMC, miel de abeja.
t6	a2b1c2	Concentración 25:75; CMC; estevia.
t7	a2b2c1	Concentración 25:75; goma xantan; miel de abeja.
t8	a2b2c2	Concentración 25:75; goma xantan; estevia.
t9	a3b1c1	Concentración 50:50; CMC; miel de abeja.
t10	a3b1c2	Concentración 50:50; CMC; estevia.
t11	a3b2c1	Concentración 50:50; goma xantan; miel de abeja.
t12	a3b2c2	Concentración 50:50; goma xantan; estevia

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto.

2.8.2. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial de las muestras se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \tau_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1 \dots n; \quad j = 1 \dots k$$

Donde:

Y_{ij} = observaciones en el i - ésimo catador (bloque) y j - ésimo tratamiento.

μ = promedio global para todas las observaciones.

B_i = efecto del i - ésimo catador (bloque).

τ_j = efecto del j - ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = variables aleatorias independientes

2.9. Análisis estadístico

TABLA 7. Análisis de varianza

FUENTES DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD
Catadores	10

Tratamientos	11
Error experimental	110
Total	131

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto.

2.10. Análisis funcional

Para el procesamiento estadístico de los datos experimentales obtenidos se empleó el software estadístico Statgraphics, en el cual se procesó los valores experimentales obtenidos del diseño factorial $A \times B \times C$, lo cual es de mucha utilidad para la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas. De igual manera se pudo determinar cuál es el mejor tratamiento, con la ejecución de un análisis sensorial.

2.11. Características del ensayo: población

El ensayo o fase experimental de la investigación posee varias características, entre las cuales se puede mencionar: la realización de varios análisis de la materia prima, tanto de las hojas de nopal como de igual manera de la maracuyá, los análisis realizados de la materia prima fueron los siguientes: acidez, pH, densidad y °Brix.

Para la elaboración de la bebida se empleó un diseño experimental $A \times B \times C$, en el cual se obtuvo 12 tratamientos, también se trabajó con dos replicas dando un total de 24 muestras de bebida elaborada, combinando los factores de estudio tales como las concentraciones de hoja de nopal (*Opus ficus indica*); maracuyá (*Passiflora edulis*), la utilización de los estabilizantes (CMC y goma xantan) y de los endulzantes (miel de abeja y estevia).

Luego de que la bebida fue elaborada se procedió a la realización de las pruebas sensoriales, para la determinación de la aceptabilidad del producto y para establecer cuál es el mejor tratamiento, las catas de la bebida elaborada fueron realizadas con la ayuda de los estudiantes y docentes investigadores de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Cuando se definió cuál es el mejor tratamiento se procedió a la determinación de los parámetros reológicos tales como la viscosidad, índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo.

De igual manera del mejor tratamiento ya determinado se procede a la realización de varios análisis tales como: análisis microbiológicos y análisis proximales.

2.11.1. Población

La población en estudio para la realización de las catas o pruebas sensoriales fue de varios estudiantes y docentes investigadores de la Unidad Operativa de

Investigación y Desarrollo UODIDE de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para la realización de la investigación se elaboró 24 envases de 2000 ml de bebida, en los cuales se mezcló las pulpas de las hojas de nopal y maracuyá a diferentes concentraciones, y de la misma manera se utilizó goma xantan y CMC como estabilizantes; y también se utilizó miel de abeja y estevia como endulzantes.

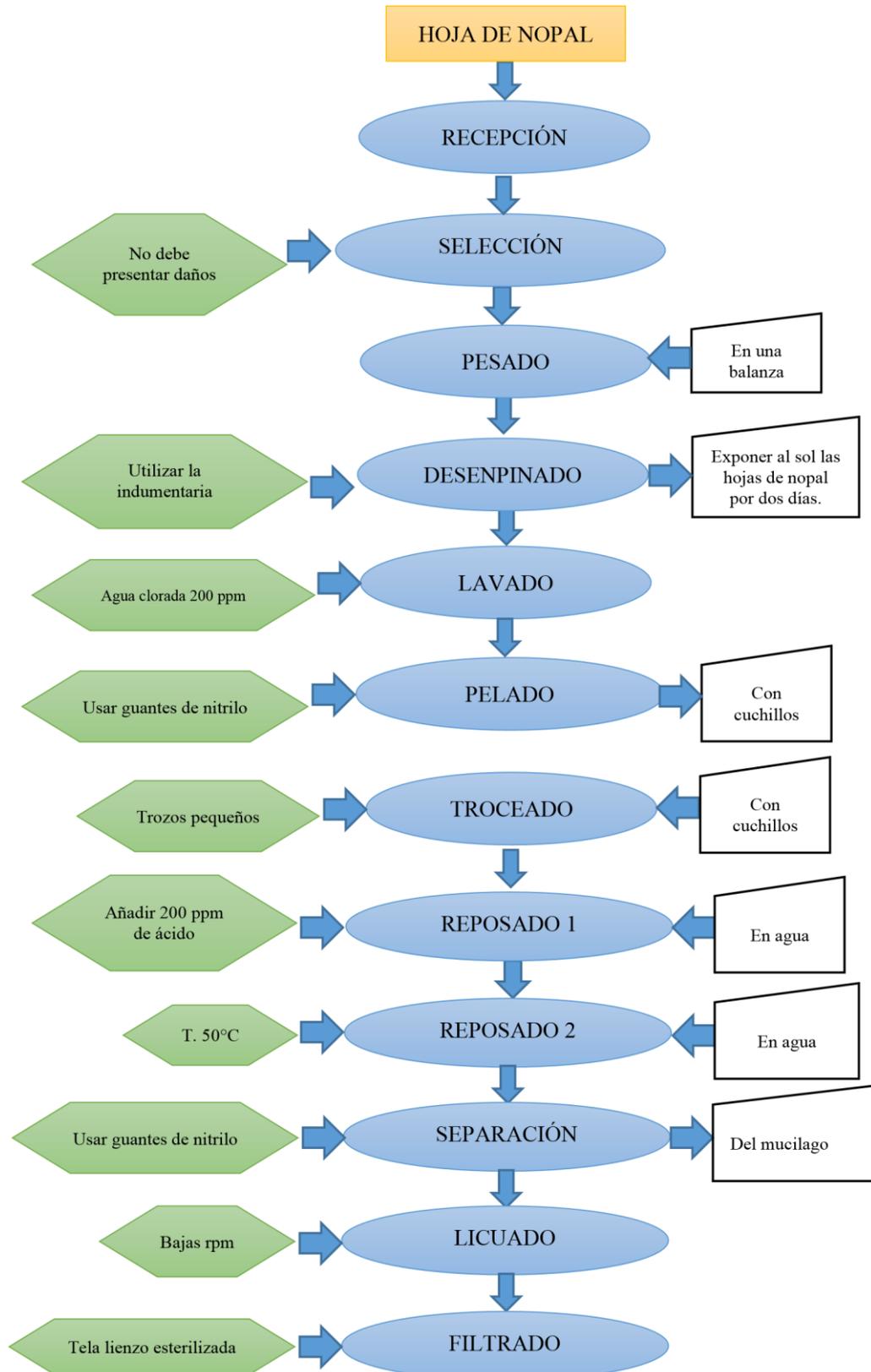
Las pruebas sensoriales fueron realizadas con la ayuda de los estudiantes y docentes investigadores de la Unidad Operativa de Investigación y Desarrollo UODIDE de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

El análisis sensorial se lo desarrolló con la ayuda de 10 catadores, los cuales son denominados panelistas semi entrenados.

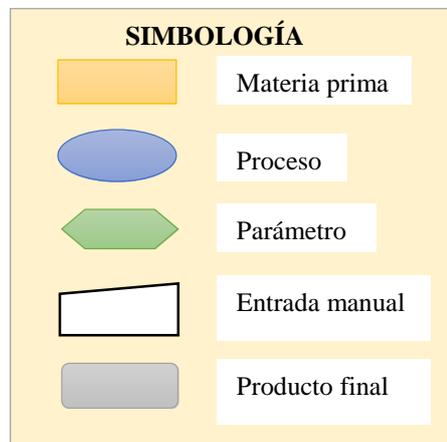
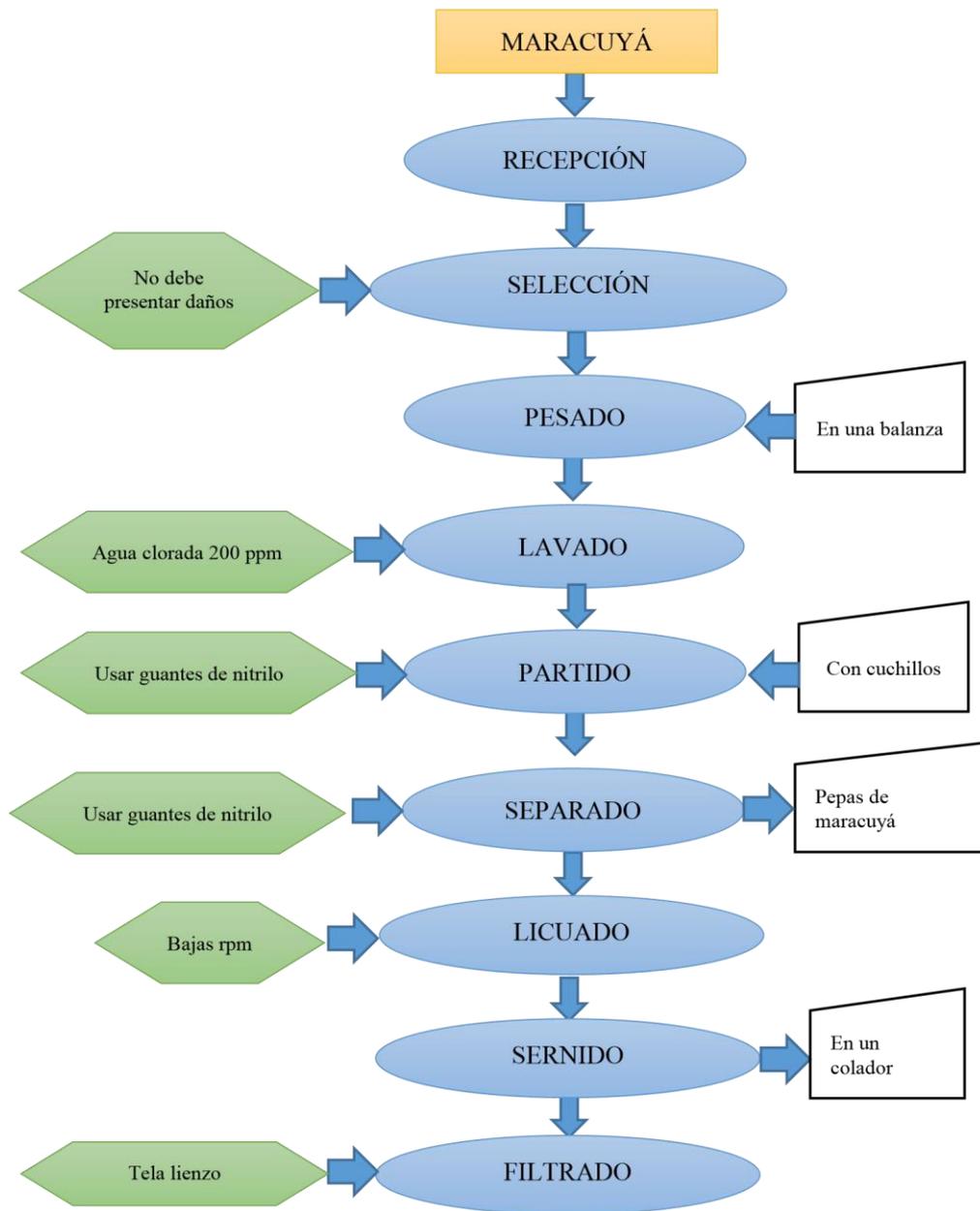
2.12. Metodología de la elaboración de la bebida

2.12.1. Diagrama de proceso de la elaboración de la bebida (Mejor tratamiento)

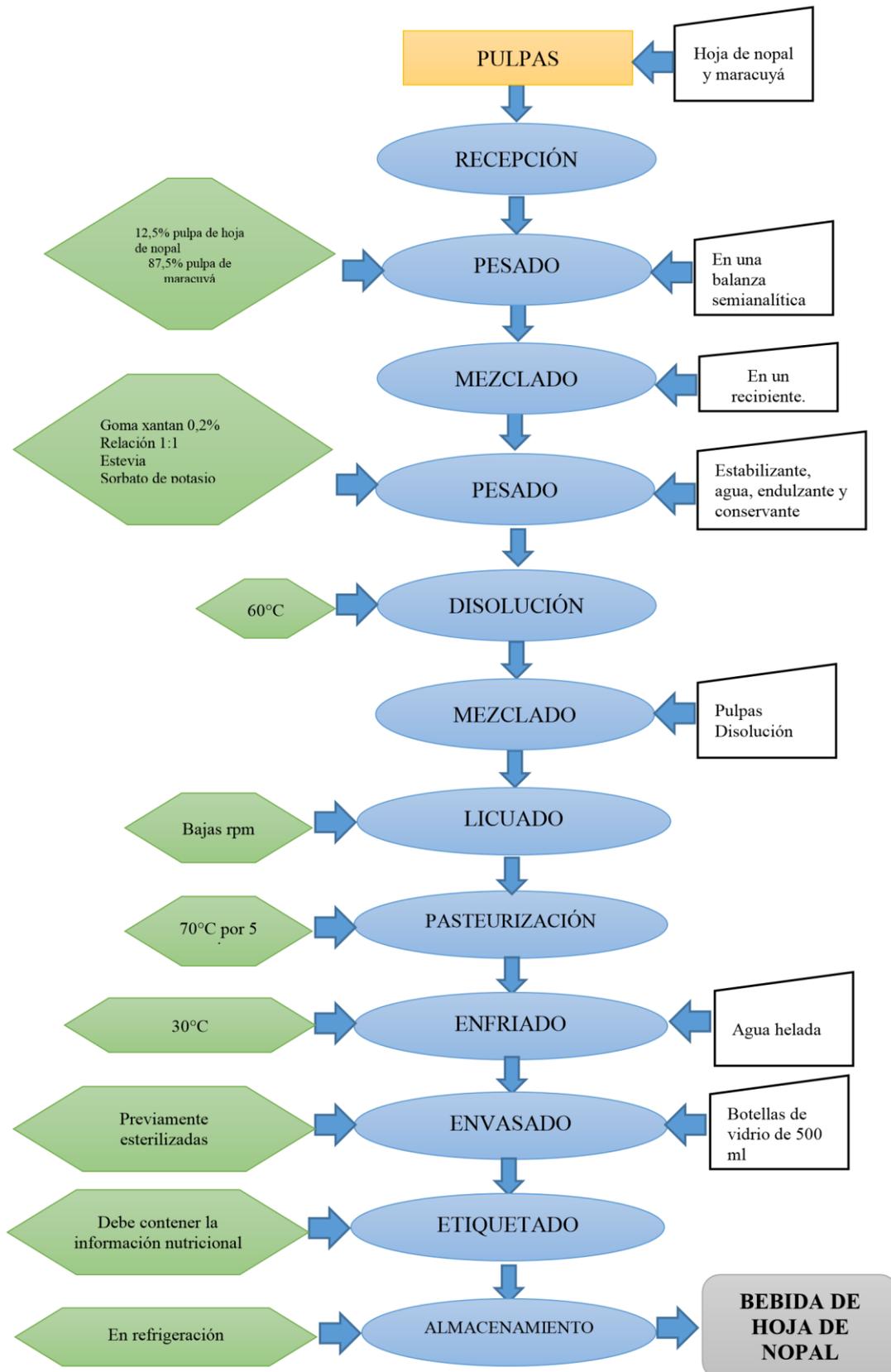
2.12.1.1. OBTENCIÓN DE LA PULPA DE HOJA DE NOPAL



2.12.1.2. OBTENCIÓN DE LA PULPA DE MARACUYÁ



2.12.1.3. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA (MEJOR TRATAMIENTO)



2.12.2. Obtención del extracto de hoja de nopal y pulpa de maracuyá

Extracto de hoja de nopal:

- Recepción de la materia prima

Las hojas de nopal fueron obtenidas en el sector de Mulaló, se trabajó con la variedad de la tuna amarilla, debida a que estas hojas no presentan muchas espinas.

La maracuyá fue adquirida en el mercado mayorista de la ciudad de Latacunga.

- Selección

Se seleccionó hojas de nopal gruesas y grandes, que no tengan materias extrañas, que no presenten daños físicos. De igual manera se seleccionó la maracuyá de buenas características físicas y que sean maduras.

- Pesado

Se pesan las hojas de tunas y la maracuyá.

- Desenpinado

Se expone al sol a las hojas por dos días, para mayor facilidad del desenpinado, se emplean utensilios como playos, es indispensable usar una correcta indumentaria; es aconsejable utilizar un overol, gafas, guantes.

- Lavado

Se lavaron las hojas de nopal con agua con cloro, la concentración de cloro fue de 200 ppm, de igual manera se lavó la maracuyá con agua clorada.

- Pelado

Se utilizó guantes de nitrilo, para evitar la contaminación; se peló con cuchillos.

- Troceado

Con la ayuda de cuchillos se trocea a las hojas de nopal, de un tamaño adecuado para ser licuados.

- Reposado en agua

Se deja reposar en agua con ácido ascórbico (200ppm) a los trozos hoja de nopal durante dos días. Al tercer día se deja reposar a los trozos de hoja de nopal en agua a 50°C.

- **Separación del mucilago**

Se separa el mucilago que está presente en las hojas de nopal, con la ayuda de coladores.

- **Licudo**

Se licúa los trozos de hoja de nopal, a una rpm baja, para evitar la formación de espuma.

- **Filtrado**

Se filtra el extracto con tela lienzo previamente esterilizada, debido a que las hojas de nopal poseen unas radículas, que se asemejan a las de la yuca.

Pulpa de maracuya

- **Partido de la maracuyá**

Con la ayuda de un cuchillo se parte a la maracuyá.

- **Separación de las pepas de maracuyá.**

Con la ayuda de una cuchara, se separan de la cáscara las pepas de la maracuyá, para obtener la pulpa pura de la fruta.

- **Licudo**

Se licuan las pepas de la maracuyá a bajas rpm, para evitar que se licúen las pepas.

- **Cernido**

Se cierne la pulpa obtenida con la ayuda de un colador metálico.

- **Filtrado**

Se filtra la pulpa obtenida con la ayuda de tela lienzo, previamente esterilizada.

2.12.3. Elaboración de la bebida

- Pesado de las pulpas

Se pesa las pulpas que van a ser empleadas en el proceso de elaboración de la bebida, de acuerdo a las concentraciones previamente establecidas.

- Mezclado

Se mezclan las pulpas de la hoja de nopal y maracuyá a diferentes concentraciones.

- Pesado de los estabilizantes.

Se pesa la goma xantan y la CMC en una balanza semianalítica, el porcentaje empleado de estabilizantes en la elaboración de la bebida fue del 0,2%

- Adición de estabilizantes

Debido a que los estabilizantes forman espuma al ser mezclados con la mezcla de las pulpas, se los disuelve en agua a 60°.

- Pesado de los endulzantes

Se pesa la miel de abeja y la estevia en una balanza semianalítica.

- Adición de los endulzantes

Se agrega los endulzantes a la bebida, hasta alcanzar un sabor agradable y hasta llegar a una concentración de sólidos solubles establecido en las norma INEN para bebidas.

- Pesado del conservante

Se pesa en una balanza semianalítica el sorbato de potasio, el porcentaje empleado fue de 0,05%.

- **Adición del conservante**

Se añade el conservante a la bebida.

- **Mezclado**

Se mezclan las pulpas, el agua con los estabilizantes, los endulzantes y el conservante.

- **Licuada**

Se licua a una baja rpm para que haya una homogenización de los ingredientes de la bebida.

- **Pasteurización**

Se calienta la bebida hasta llegar a los 70°C por 5 minutos, se enfría con agua helada hasta llegar a los 30°C, para que haya un choque térmico y disminuya la cantidad de UFC'S.

- **Envasado**

Se envasa en botellas de vidrio de 500 cc, previamente esterilizadas, al igual que las tapas de las botellas. Se deja un espacio de cabeza de 10 mm.

- **Etiquetado**

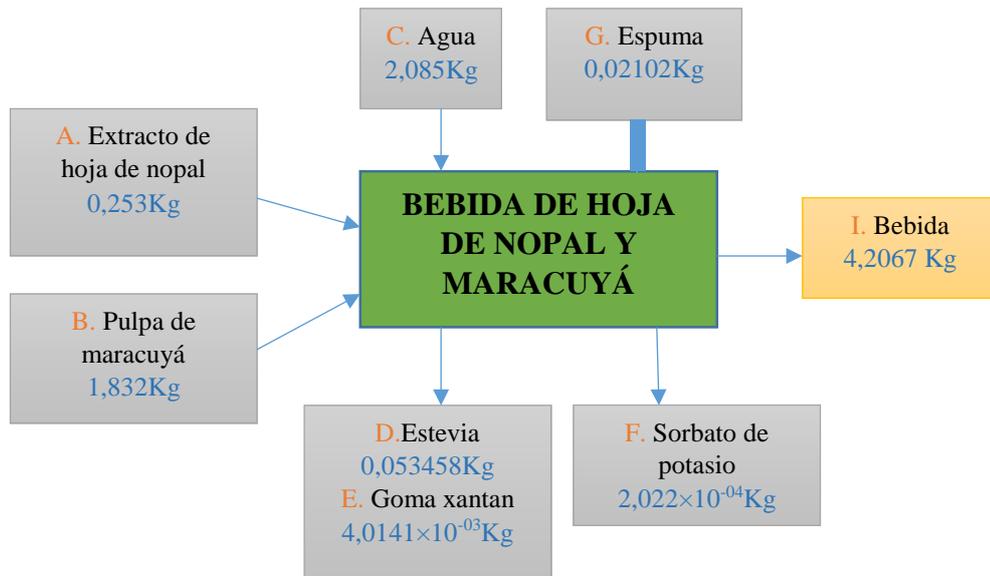
Se etiqueta los envases con la bebida, en la etiqueta debe ir la información nutricional de la bebida.

- **Almacenamiento**

Es recomendable almacenar la bebida en refrigeración.

2.13. Balance de materia del mejor tratamiento

El mejor tratamiento fue el t4 cuya formulación es la siguiente: concentración de 12,5% de extracto de hoja de nopal; 87,5% de pulpa de maracuyá; goma xantan y estevia.



BALANCE DE MATERIALES

$$A+B+C+D+E+F-G = I$$

$$I = A+B+C+D+E+F-G$$

$$I = 0,253\text{Kg} + 1,832\text{Kg} + 2,085\text{Kg} + 0,053458\text{Kg} + 4,0141 \times 10^{-03}\text{Kg} + 2,022 \times 10^{-04}\text{Kg} - 0,02102\text{Kg}$$

$$I = 4,2067 \text{ Kg de bebida.}$$

2.14. Determinación del costo de producción del mejor tratamiento

TABLA 8. Costo de producción del mejor tratamiento

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
Hojas de nopal	8,2 Kg.	0,50	4,10
Maracuyá	6,5 Kg.	2,50	16,25

Agua	5 litros	0,25	1,25
Estevia	53,458 gr	-----	1,70
Goma xantan	4,0141 gr	-----	0,03
Sorbato de potasio	0,2022 gr	-----	0,01
Ácido ascórbico	15,0344	-----	0,20
SUBTOTAL			\$ 23,54

DEPRECIACIONES		
Equipo y maquinaria	10%	\$ 2,354
Suministros	10%	\$ 2,354
Mano de obra	10%	\$ 2,354
Imprevistos	5%	\$ 1,177
Electricidad	5%	\$ 1,177
SUBTOTAL		\$ 9,416

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto.

Costo total = subtotal 1 + subtotal 2

Costo total = \$23,54 + \$9,416

Costo total = \$32,956

Costo de la bebida en una presentación de 500 ml = \$3,92

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el tercer capítulo se detallan los resultados obtenidos durante la ejecución de fase experimental de la investigación, también se interpretan los resultados de los análisis físico químicos de la materia prima empleada en la elaboración de la bebida, se razona los resultados obtenidos de los ensayos de las muestras, se examinan los resultados de los análisis sensoriales realizados.

También se analizan los resultados obtenidos de los análisis físicos químicos del mejor tratamiento, los análisis microbiológicos y los resultados de los análisis proximales. También se realizó la discusión de cada uno de los resultados obtenidos.

Con respecto a los análisis de los parámetros reológicos de la bebida; se presentan los resultados obtenidos de la determinación de la viscosidad, el índice de comportamiento al flujo y el índice de consistencia; se presentan varios reogramas. De igual manera se presenta la interpretación y discusión de los resultados.

Se analizan los resultados obtenidos de la determinación de los parámetros sensoriales; tales como: color, aroma, apariencia y aceptabilidad de cada uno de los tratamientos estudiados. Se realiza una interpretación de las tablas y de los gráficos de las medias de cada uno de los indicadores sensoriales.

3.1. Análisis físico químico

3.1.1. *Materia prima*

La hoja de nopal presenta una acidez promedio de $0,26 \pm 0,005$ expresada en porcentaje de ácido cítrico y un pH de $5,54 \pm 0,009$; los cuales se pueden observar en la tabla ocho. Estos valores indican que la hoja de nopal es propensa a la proliferación de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.

De acuerdo a la obtención de los resultados de la determinación de la densidad de la hoja de nopal, los cuales se encuentran plasmados en la tabla A3, se puede decir que el valor de la densidad es menor al valor de la densidad del agua. Se ejecutó la determinación de la densidad con cinco replicas, en donde el valor mínimo fue de 0,980 g/ml y el valor máximo fue de 0,982 g/ml; con un valor de la media de 0,982 g/ml.

En la tabla A4 se presenta los datos obtenidos experimentalmente de la determinación de °Brix de hoja de nopal, se puede apreciar que el valor se encuentra entre el rango de 2 a 3°Brix; cuya media es de 2,96°Brix. Lo cual indica que la hoja de nopal posee un bajo porcentaje de sólidos solubles, en comparación con frutas.

TABLA 9. Parámetros fisicoquímicos de la hoja de nopal

Acidez * (% ác. cítrico)	pH ** a 21 ± 0,8	Densidad * (g/ml)	°Brix **
0,26 ± 0,005	5,54 ± 0,009	0,982 ± 0,001	2,96 ± 0,05

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

En la tabla A5 se muestran los valores de acidez de maracuyá, los cuales fueron determinados por titulación, en la tabla se puede apreciar que se trabajó con 4 réplicas; el valor mínimo fue de 4,05% de ácido cítrico y el valor máximo fue de 4,07% de ácido cítrico, la media calculada es de 4,06% de ácido cítrico.

De acuerdo a estos valores, se puede decir que la maracuyá presenta una acidez alta en comparación a la de la hoja de nopal. Hay que tomar en cuenta que para la

elaboración de la bebida se debe adquirir la maracuyá madura, lo cual implica mucho en el momento de la elaboración de la bebida.

En la tabla A6 se presenta los valores de pH de la maracuyá, determinados con un pH metro, se trabajó con 5 réplicas; el valor mínimo fue de 3,05 y el valor máximo fue de 3,07; la media calculada fue de 3,07. La temperatura media de ensayo a la cual se determinó los valores de pH fue de 22,26°C.

De acuerdo a la escala de pH, se puede decir que la maracuyá se encuentra en el rango de pH ácido; lo cual es apropiado para que no haya la proliferación de microorganismos patógenos, mohos y levaduras.

En la tabla A7 se presenta los valores de la determinación de la densidad de la maracuyá, el mayor mínimo en el ensayo fue de 1,053 g/ml; el valor mayor fue de 1,064 g/ml. El valor de la media calculado fue de 1,0582 g/ml; lo cual indica que la densidad de la maracuyá es mayor al valor de la densidad del agua; esto se debe a que la maracuyá presenta sólidos solubles, lo cual hace que el valor de la densidad sea mayor que la densidad del agua. Con relación a la densidad del agua que es de 1,000 g/ml; se puede decir que el valor de la densidad de la maracuyá es mayor.

En la tabla A8 se presenta los resultados de la medición de °Brix de maracuyá, el ensayo fue ejecutado con 5 réplicas, el valor mínimo de °Brix fue de 14,7 y el valor máximo fue de 14,9.

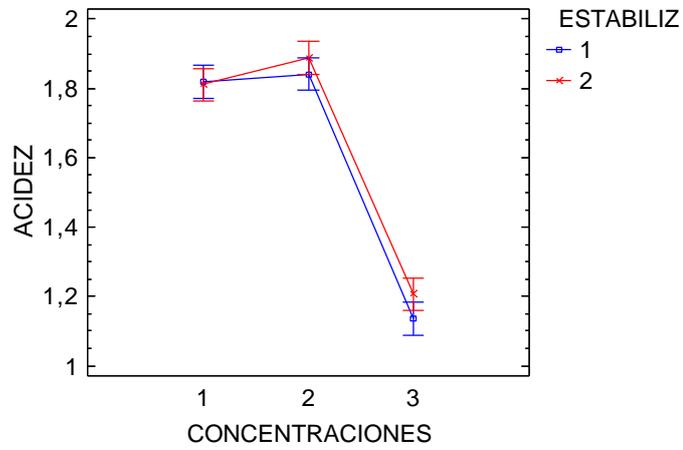
El valor de la media calculada fue de 14,82°Brix; lo cual indica que la maracuyá presenta un alto porcentaje de sólidos solubles en comparación a los ° Brix de la hoja de nopal.

Esto se debe a que la composición de la maracuyá es diferente a la de la hoja de nopal, ya que la maracuyá presenta una mayor cantidad de solidos solubles.

3.1.2. Análisis físico químicos de los doce tratamientos de la bebida

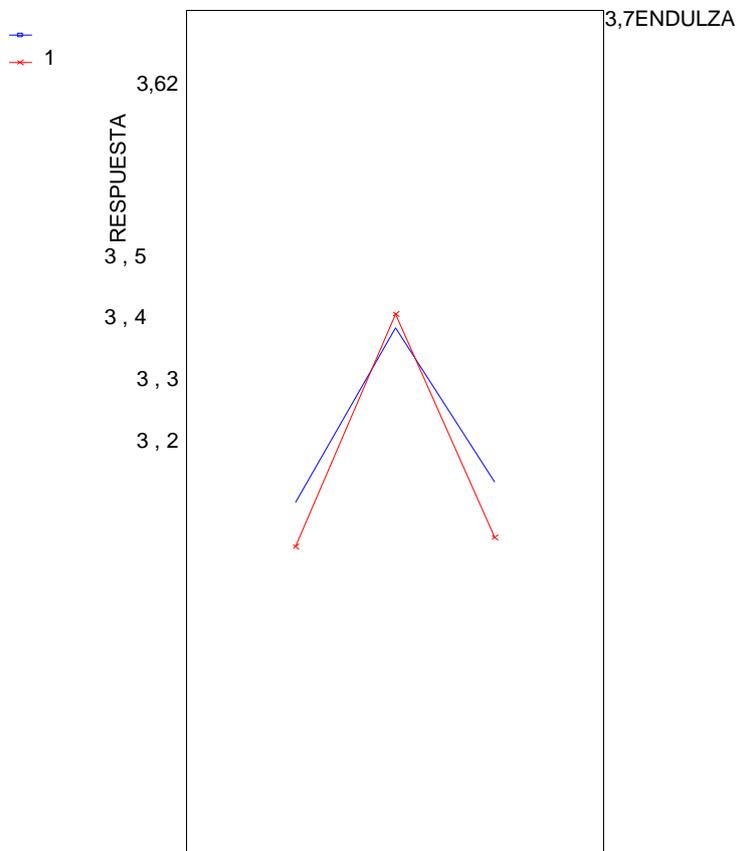
Los tratamientos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$) en el parámetro acidez medida en % de ácido cítrico. Los tratamientos que poseen mayor cantidad de fruta en la formulación exhiben mayor porcentaje de acidez (Tabla B1, Figura #1). Se puede apreciar que de acuerdo a la concentración de la pulpa de maracuyá el porcentaje de ácido cítrico va variando.

FIGURA 1



Con respecto a la determinación del pH de los 12 tratamientos, muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), los tratamientos que poseen mayor concentración de maracuyá presentan un pH bajo de acuerdo al cambio de concentraciones de esta fruta (Tabla B2, Figura #2).

FIGURA 2

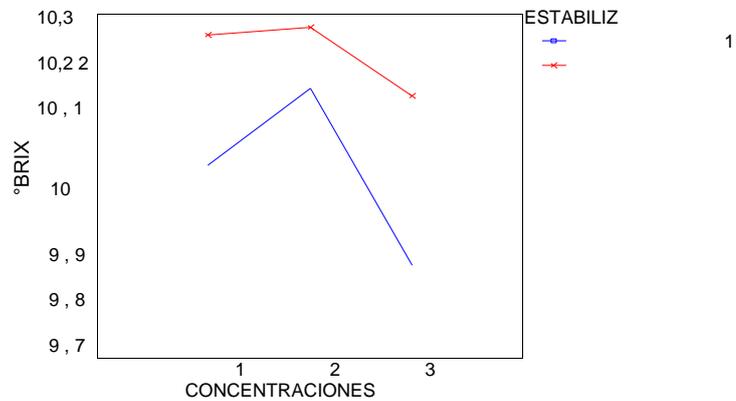


1 2
3

CONCENTRACIONES

Los sólidos solubles o °Brix en los tratamientos muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), de acuerdo a la variación de la concentración de extracto de hoja de nopal y de pulpa de maracuyá, éstos varían, de igual manera los °Brix son diferente de acuerdo al empleo de los endulcorantes como lo son la miel de abeja y la estevia (Tabla B3, Figura #3).

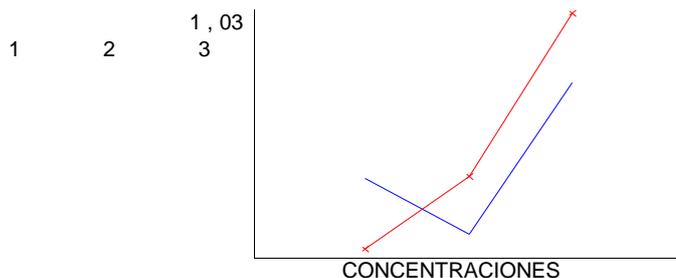
FIGURA 3



La densidad en los tratamientos muestra diferencia significativa ($p < 0,05$), se puede apreciar que hay influencia en el cambio de los valores de la densidad, de acuerdo a la agregación de los estabilizantes: CMC y goma xantán, esto sucede debido a que estos productos son estabilizantes y a la vez también son espesantes, por tanto los valores de la densidad en cada tratamiento fueron variando. De igual manera la variación de las concentraciones de hoja de nopal y maracuyá inciden en la variación de los valores de este parámetro determinado. (Tabla B4, Figura #4).

FIGURA 4





3.2. Análisis sensorial

3.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para los 12 tratamientos

3.2.1.1. Variable color

En la tabla C1, se puede observar el análisis de varianza del indicador color, del análisis sensorial de los 12 tratamientos; se puede apreciar que con respecto a los tratamientos, no existe diferencia significativa, debido a que $p > 0,05$. Con respecto a los catadores, se puede decir que existe una diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

TABLA 10. Prueba de Tukey para el indicador color

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	10	2,75	0,10843	A
4	10	2,9	0,10843	AB
5	10	2,9	0,10843	AB
12	10	2,95	0,10843	AB
10	10	2,95	0,10843	AB
11	10	2,95	0,10843	AB
7	10	3,05	0,10843	AB
3	10	3,1	0,10843	AB
2	10	3,1	0,10843	AB
1	10	3,15	0,10843	AB
6	10	3,15	0,10843	AB
8	10	3,3	0,10843	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación de la tabla 9

En la tabla número 9, se puede observar la prueba de Tukey, para el indicador color a un 95% de confianza y a un 5% de significancia, se puede apreciar que el tratamiento que posee el mayor valor de la media es el t8, el cual se encuentra en grupo b, mientras tanto los tratamientos 6,1,2,3,7,11,10,12,5 y 4; se encuentran en el mismo grupo homogéneo ab, por tanto se puede decir que entre estos

tratamientos no existe una diferencia significativa. También se puede observar que el tratamiento número 9 es el que posee el menor valor de la media.

3.2.1.2. Variable apariencia

En la tabla número C2, se presenta el análisis de varianza para el indicador sensorial apariencia, se puede apreciar que existe diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

TABLA 11. Prueba de Tukey para el indicador apariencia

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
11	10	1,8	0,138808	A
12	10	1,9	0,138808	A
7	10	2,85	0,138808	B
8	10	3,1	0,138808	B
4	10	3,15	0,138808	B
3	10	3,2	0,138808	B
5	10	3,2	0,138808	B
6	10	3,25	0,138808	B
2	10	3,25	0,138808	B
9	10	3,25	0,138808	B
10	10	3,3	0,138808	B
1	10	3,35	0,138808	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación de la tabla 10

En la tabla diez, se presenta la prueba de Tukey para el indicador apariencia, a un 95% de confianza, en la misma se puede observar que existe dos grupos homogéneos, los cuáles son el grupo a, y el grupo b, se puede apreciar que los tratamientos 1, 10, 9, 2, 6, 5, 3, 4, 8 y 7; se encuentran en el grupo homogéneo b, por tanto no existe diferencia significativa entre estos tratamientos, siendo el tratamiento t1(a1b1c1) el que posee el mayor valor de la media (3,35). Con respecto a los tratamientos 11 y 12, los mismos se encuentran en el grupo homogéneo a, y son los que poseen los valores de medias muy bajos.

3.2.1.3. Variable aroma

En la tabla C3, se presenta el análisis de varianza ANOVA, para el indicador sensorial aroma de la bebida, se puede apreciar que tanto en los tratamientos como en los catadores, existe diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

TABLA 12. Prueba de Tukey para el indicador aroma

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
11	10	2,85	0,153138	A
5	10	3,05	0,153138	AB
7	10	3,05	0,153138	AB
12	10	3,05	0,153138	AB
9	10	3,25	0,153138	ABC
8	10	3,3	0,153138	ABC
6	10	3,45	0,153138	ABC
3	10	3,55	0,153138	ABC
1	10	3,65	0,153138	BC
10	10	3,65	0,153138	BC
4	10	3,8	0,153138	C
2	10	3,85	0,153138	C

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 11**

En la tabla 11, se presenta la prueba de Tukey al 95% de confianza, para el indicador aroma de la bebida, se puede apreciar que existe 5 grupos homogéneos diferentes, por tanto se puede decir que existe diferencia significativa entre los tratamientos, se observa que el tratamiento t2(a1b1c2), es el que presenta el mayor valor de la media (3,85); el tratamiento 11 es el que posee el menor valor de la media (2,85), por lo cual se puede decir que este tratamiento es que el panelista lo rechaza.

3.2.1.4. Variable sabor

En la tabla C4, se presenta el análisis de varianza ANOVA, para el sabor de la bebida, se puede decir que que tanto en los tratamientos como en los catadores, existe diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

TABLA 13. Prueba de Tukey para el indicador sabor

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	10	2,45	0,203355	A
6	10	2,55	0,203355	AB
12	10	2,7	0,203355	ABC
11	10	2,9	0,203355	ABC
7	10	3,1	0,203355	ABC
2	10	3,15	0,203355	ABC
3	10	3,2	0,203355	ABC

5	10	3,2	0,203355	ABC
9	10	3,25	0,203355	ABC
4	10	3,3	0,203355	ABC
1	10	3,5	0,203355	BC
10	10	3,55	0,203355	C

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 12**

En la tabla 12, se presenta la prueba de Tukey a un 95% de confianza, se puede observar que existe 4 grupos homogéneos los cuáles son a, ab, abc, bc y c; siendo el tratamiento numero 10 el que tiene el mayor valor de la media (3.55), mientras que el tratamiento que tiene el menor valor de la media es el numero 8 cuyo valor de la media es de (2,45). No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna o grupo homogéneo, también se puede decir que uno o mas grupos son significativamente diferentes.

3.2.1.5. Variable aceptabilidad

En la tabla C5, se presenta el análisis de varianza ANOVA, para el indicador sensorial aceptabilidad de la bebida, se puede observar que existe diferencia altamente significativa tanto para los tratamientos al igual que para los catadores o panelistas, debido a que ($p < 0,01$)

TABLA 14. Prueba de Tukey para el indicador sabor

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	10	2,1	0,211948	A
11	10	2,3	0,211948	AB
12	10	2,35	0,211948	ABC
7	10	2,5	0,211948	ABCD
6	10	2,8	0,211948	ABCD
9	10	3,1	0,211948	ABCD
4	10	3,15	0,211948	ABC
5	10	3,15	0,211948	ABC
3	10	3,2	0,211948	ABC
2	10	3,3	0,211948	ABC
1	10	3,35	0,211948	BC
10	10	3,45	0,211948	C

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 13**

En la tabla número 13, se presenta la prueba de Tukey al 95% de confianza, para el indicador aceptabilidad de la bebida, se puede observar que existe 7 grupos homogéneos, los cuales son: a, ab, abc, abcd, bcd, cd y d; se puede apreciar que el tratamiento t10(a3b1c2), presenta el mayor valor de la media (3,45), mientras que el tratamiento que posee el menor valor de la media (2,1) es el tratamiento t8(a2b2c2), también se puede decir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos homogéneos que se encuentran en un mismo nivel.

Preselección de los 5 mejores tratamientos

La preselección de cinco tratamientos, se la realizó debido a que entre los panelistas, hubo agotamiento al momento de la realización de las catas o pruebas sensoriales, debido a que se les dio 12 muestras, por tal motivo se escogió a los tratamientos que poseían las mejores respuestas por parte de los panelistas. Para la preselección de estos 5 tratamientos, se analizó las tablas de la prueba de Tukey a un 95% de confianza, para los indicadores color, apariencia, aroma, sabor y aceptabilidad de la bebida.

TABLA 15. Preselección de los 5 mejores tratamientos

Tr	Color		Apariencia		Aroma		Sabor		Aceptabilidad	
	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo
1	3,15	AB	3,35	B	3,65	BC	3,5	BC	3,35	CD
2	3,1	AB	3,25	B	3,85	C	3,15	ABC	3,3	BCD
3	3,1	AB	3,2	B	3,55	ABC	3,2	ABC	3,2	BCD
4	2,9	AB	3,15	B	3,8	C	3,3	ABC	3,15	BCD
5	2,9	AB	3,2	B	3,05	AB	3,2	ABC	3,15	BCD
6	3,15	AB	3,25	B	3,45	ABC	2,55	BC	2,8	ABCD
7	3,05	AB	2,85	B	3,05	AB	3,1	ABC	2,5	ABCD
8	3,3	B	3,1	B	3,3	ABC	2,45	A	2,1	A
9	2,75	A	3,25	B	3,25	ABC	3,25	ABC	2,8	ABCD
10	2,95	AB	3,3	B	3,65	BC	3,55	C	3,45	D
11	2,95	AB	1,9	A	2,85	A	2,9	ABC	2,3	AB
12	2,95	AB	1,9	A	3,05	AB	2,7	ABC	2,35	ABC

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 14**

En la tabla 14, se puede observar los valores de las medias y los grupos homogéneos, para cada indicador y para cada tratamiento, los 5 tratamientos preseleccionados de acuerdo a esta tabla son los siguientes: t1(a1b1c1), t2(a1b1c2), t4(a1b2c2), t9(a3b1c1) y t10(a3b1c2).

Se escogió a estos tratamientos debido a que presentan los mejores valores de las medias para cada indicador, y también porque se encuentran en grupos homogéneos similares. Luego de preseleccionar a estos tratamientos se ejecutó de nuevo un análisis sensorial, para con ello determinar el mejor tratamiento.

También con estos tratamientos preseleccionados, se procedió a realizar los análisis físico químicos y reológicos.

**3.2.2. Análisis de varianza (ANOVA) para los 5
tratamientos
preseleccionados**

3.2.2.1. Variable color

En la tabla C6 se presentan los valores del análisis de varianza ANOVA, para el indicador color, con respecto a los tratamientos se puede apreciar que existe una diferencia altamente significativa, debido a que $p < 0,01$.

TABLA 16. Prueba de Tukey para el indicador color

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4	10	2,44	0,148605	A
1	10	2,49	0,148605	A
2	10	2,53	0,148605	AB
10	10	3,1	0,148605	BC
9	10	3,29	0,148605	C

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 15**

En la tabla 15 se puede observar la prueba de Tukey. Se puede apreciar que la muestra número 9 y 10 posee un mayor valor de la media, cuyo valor es de 3,29. Entre los grupos homogéneos le sigue el tratamiento número 10.

En relación al tratamiento número 9 con los tratamientos 1, 2, y 4; se puede decir que existe una diferencia significativa. Por tanto se puede decir que los catadores

aceptan como mejor tratamiento al número 9 cuya codificación es la siguiente: a3b1c1

3.2.2.2. Variable apariencia

En la tabla C7 se presenta el análisis de varianza del indicador apariencia, en el cual se puede decir que tanto los tratamientos, como los catadores presentan diferencia altamente significativa ($p < 0,05$).

TABLA 17. Prueba de Tukey para el indicador apariencia

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10	10	2,46	0,107765	A
9	10	2,47	0,107765	A
4	10	3,7	0,107765	B
2	10	3,9	0,107765	B
1	10	3,94	0,107765	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación de la tabla N°16

En la tabla 16 se presenta la prueba de Tukey para el indicador apariencia a un 95% de confianza y a un 5% de significancia. Se puede apreciar que la muestra número uno posee un mayor valor de la media, cuyo valor es de 3,94. Entre los grupos homogéneos le sigue el tratamiento número 2. Entre los tratamientos 1, 2 y 4 no existe una diferencia significativa, debido a que los mismos que encuentran en el mismo grupo homogéneo. Con respecto a los tratamientos 9 y 10 con relación a los tratamientos antes mencionados, se puede decir que existe una diferencia altamente significativa.

De acuerdo a esta tabla se puede decir que el mejor tratamiento con respecto a la apariencia de la bebida es el 1, cuya codificación es la siguiente: a1b1c1

3.2.2.3. Variable aroma

En la tabla C8 se presenta el análisis de varianza para el aroma de las muestras de bebida, con respecto a los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, debido a que $p < 0,01$. Con respecto a los catadores se puede decir que existe una diferencia significativa, debido a que $p < 0,05$.

TABLA 18. Prueba de Tukey para el indicador apariencia

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	10	2,79	0,132916	A
10	10	2,85	0,132916	A
4	10	3,91	0,132916	B
2	10	3,93	0,132916	B
1	10	4,07	0,132916	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 17**

En la tabla 17, se puede observar la prueba de Tukey para el indicador apariencia de las muestras de bebida, el tratamiento que tiene el mayor valor de la media es el T1 (a1b1c1), se puede apreciar que los tratamientos 2 y 4, se encuentran en el mismo nivel de los grupos homogéneos, es decir que, estadísticamente, no existen diferencias significativas entre estos tratamientos. Los tratamientos 9 y 10 no fueron aceptados por los catadores, ya que estos presentan valores de medias muy bajos.

3.2.2.4. Variable sabor

En la tabla C9 se puede observar el análisis de varianza para el indicador sensorial sabor de la bebida, se puede apreciar que con respecto a los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, debido a que $p < 0,01$. Con respecto a los catadores o panelistas se puede decir que existe una diferencia significativa debido a que $p < 0,05$.

TABLA 19. Prueba de Tukey para el indicador sabor

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	10	2,49	0,164408	A
10	10	2,8	0,164408	AB
1	10	2,88	0,164408	AB
2	10	2,96	0,164408	AB
4	10	3,45	0,164408	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación de la tabla 18**

En la tabla 18, se puede observar la prueba de Tukey para el indicador sabor, en la misma se puede apreciar que el tratamiento 4 (a1b2c2), es el que presenta el mayor valor de la media, por tanto se puede decir que es el mejor tratamiento con respecto al sabor de la bebida.

Se puede apreciar que existen tres tratamientos que se encuentran en un mismo grupo homogéneo, por tanto esto indica que la diferencia significativa es mínima.

3.2.2.5. Aceptabilidad

En la tabla C10, se puede observar el análisis de varianza ANOVA, para el indicador aceptabilidad; con respecto a los tratamientos, se puede decir que existe una diferencia altamente significativa, debido a que $p < 0,01$; con respecto a los catadores, no existe diferencia significativa debido a que $p > 0,05$.

TABLA 20. Prueba de Tukey para el indicador aceptabilidad

TRATAMIENTOS	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
9	10	2,62	0,165892	A
10	10	2,86	0,165892	AB
1	10	3,04	0,165892	AB
2	10	3,14	0,165892	AB
4	10	3,53	0,165892	B

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación de la tabla 19

En la tabla número 19, se presenta la prueba de Tukey para el indicador aceptabilidad, se puede observar que el mejor tratamiento de acuerdo a esta prueba de diferencias mínimas significativas es el t4 (a1b2c2). Se puede apreciar que los tratamientos 1,2 y 10 se encuentran en un mismo grupo homogéneo, lo cual indica que no existe una diferencia altamente significativa entre ellos, también se puede decir que el tratamiento menos aceptable es el número 9.

TABLA 21. Determinación del mejor tratamiento

TRATAMIENTO	COLOR	APARIENCIA	AROMA	SABOR	ACEPTABILIDAD
1	2,49 A	3,94 B	4,07 B	2,88 A	3,04 AB
2	2,53 AB	3,9 B	3,93 B	2,96 A	3,14 AB
4	2,44 A	3,7 B	3,91 B	3,45 B	3,53 B

9	3,29	C	2,47	A	2,79	A	2,49	A	2,62	A
10	3,1	BC	2,46	A	2,85	A	2,8	A	2,86	AB

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación de la tabla 20

En la tabla número 39, se puede observar las medias y los grupos homogéneos para cada tratamiento y para cada indicador sensorial, por medio de esta tabla se pudo determinar el mejor tratamiento el cual fue el t4 (a1b2c2), debido a que posee la mejor valoración en las medias de las catas realizadas, además de que se encuentra ubicado en el/ los grupos homogéneos similares.

Por tanto, luego de que se determinó el mejor tratamiento, se procedió a ejecutar los demás análisis, tales como los físico químicos, reológicos, microbiológicos y sensoriales.

3.3. Análisis reológicos.

3.3.1. Viscosidad

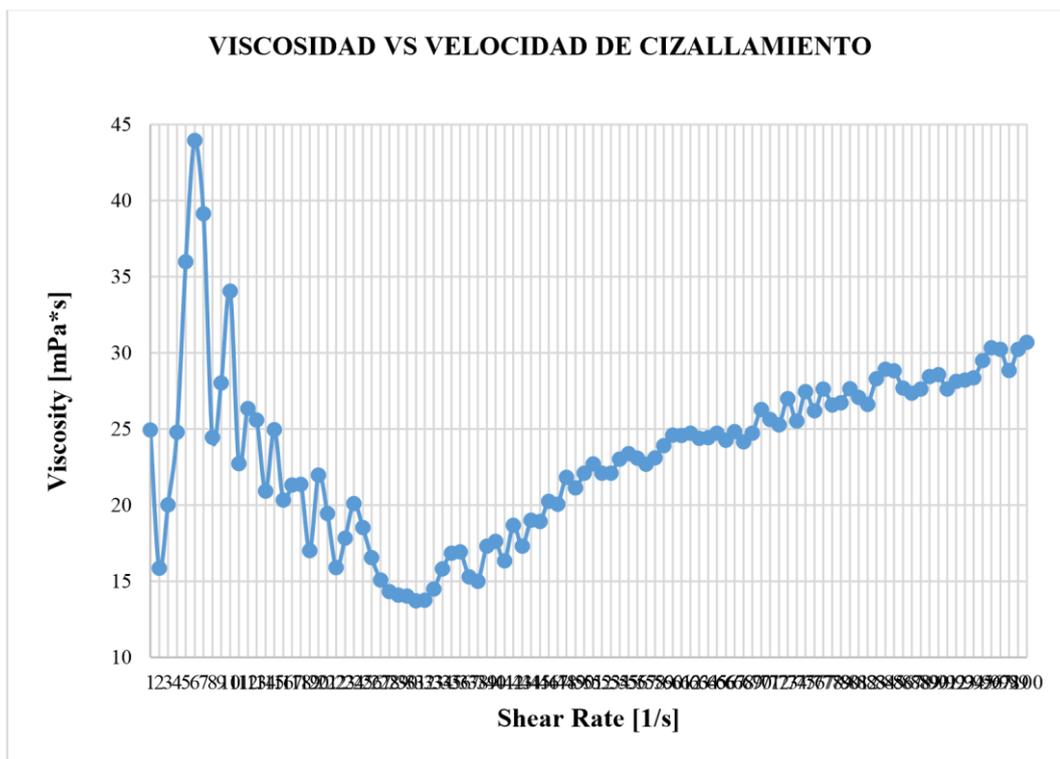
La viscosidad de los tratamientos preseleccionados se la determinó con el uso del reómetro a diferentes temperaturas, las cuales fueron: 8°C, 20°C y 35°C

3.3.1.1. Viscosidad del tratamiento t1(a1b1c1)

3.3.1.1.1. Ensayo a 8°C

En la tabla D1, se presenta los valores de la determinación de la viscosidad de tratamiento 1 a 8°C, la velocidad de cizallamiento fue de 1 a 100 [1/s], y los valores de la viscosidad inicial fueron de 24, 94 [mPa*s] y el valor final determinado fue de 30, 692 [mPa*s], para establecer el valor de la viscosidad de este tratamiento se calculó la media, la cual tuvo el valor de 23,47472 [mPa*s].

GRÁFICO 1. Viscosidad del tratamiento 1 a 8°C



Fuente: Tabla D1
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

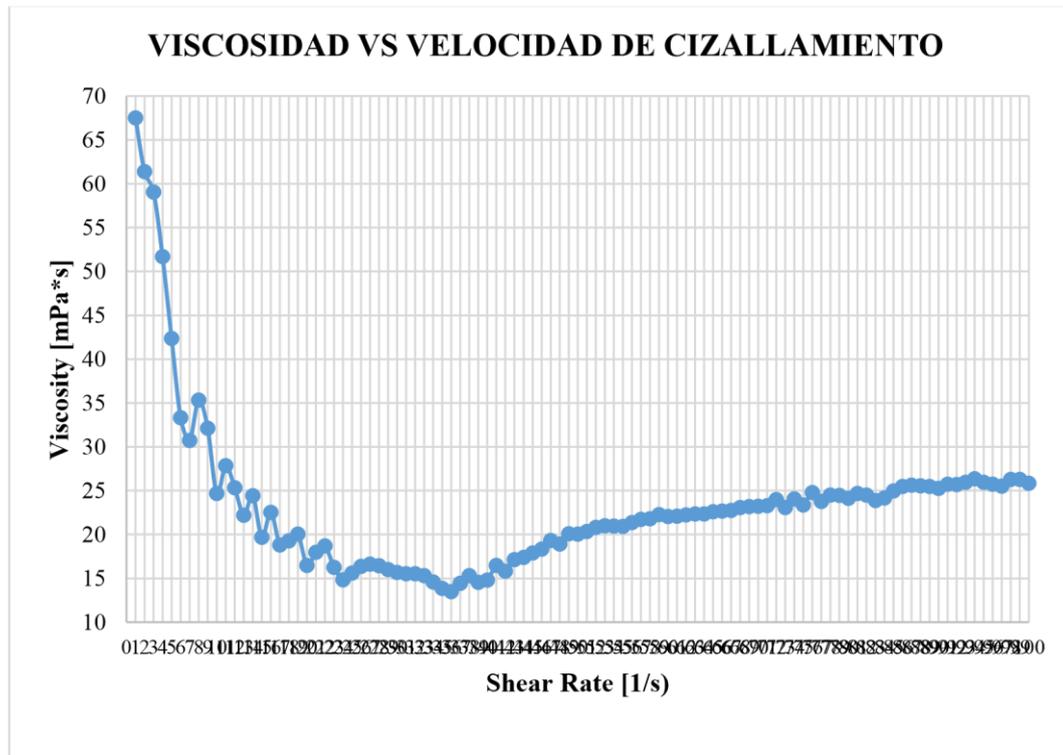
- Análisis e interpretación del gráfico 1

En el gráfico número 1, se representan los valores de viscosidad determinados en el reómetro a la temperatura de 8°C, siendo el valor inicial o punto 1 de 24,94 [mPa*s], el punto final o punto 100 corresponde al valor de 30,692 [mPa*s]. Se puede observar que la curva varía con el transcurso de la velocidad de cizallamiento.

3.3.1.1.2. Ensayo a 20°C

En la tabla número D2, se presentan los valores de la determinación de la viscosidad de tratamiento 1 a 20°C, siendo el valor inicial de 67,512 [mPa*s], de acuerdo con el transcurso de 1 a velocidad de cizallamiento [1/s], el valor de la viscosidad va bajando, el valor final determinado por el reómetro fue de 25,854 [mPa*s]; para determinar la viscosidad de este tratamiento se procedió a calcular la media, cuyo valor fue de 23,368 [mPa*s].

GRÁFICO 2. Viscosidad del tratamiento 1 a 20°C



Fuente: Tabla D2
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación del gráfico 2

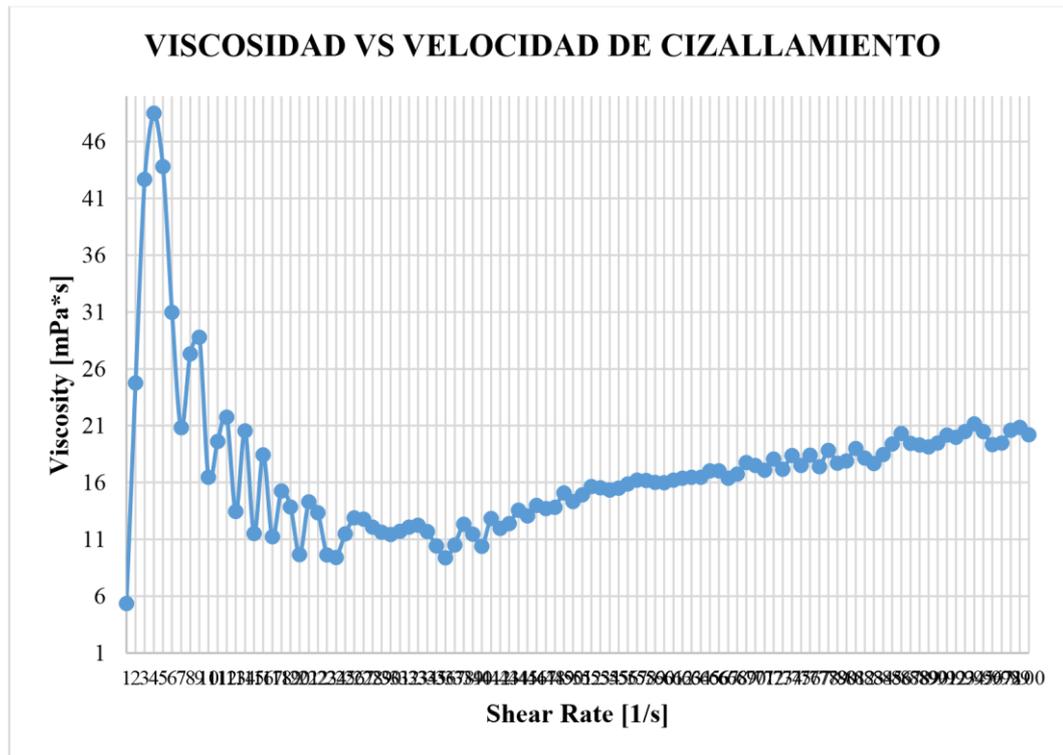
En el gráfico 2, se puede observar los valores de la viscosidad del tratamiento 1 a 20°C, se puede apreciar que el valor inicial de la viscosidad fue de 67,521 [mPa*s], los valores van variando de acuerdo al transcurso de la velocidad de cizallamiento, pues se puede apreciar que los valores de la viscosidad fueron cambiando, debido a que se determinó los valores de viscosidad a una temperatura diferente, con respecto al ensayo anterior, por tanto el valor final de la viscosidad fue de 25,854

[mPa*s]

3.3.1.1.3. Ensayo a 35°C

En la tabla D3, puede observar los valores de la determinación de la viscosidad de la bebida del tratamiento 1, a la temperatura de 35°C, en la tabla se puede apreciar que el valor inicial fue de 5,344 [mPa*s], mientras que el valor final medido por el reómetro fue de 20,209 [mPa*s], para conocer el valor de la viscosidad de este tratamiento y a la temperatura antes indicada se procedió al cálculo de la media, cuyo valor es 17,064 [mPa*s]

GRÁFICO 3. Viscosidad del tratamiento 1 a 35°C



Fuente: Tabla D3

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación del gráfico 3**

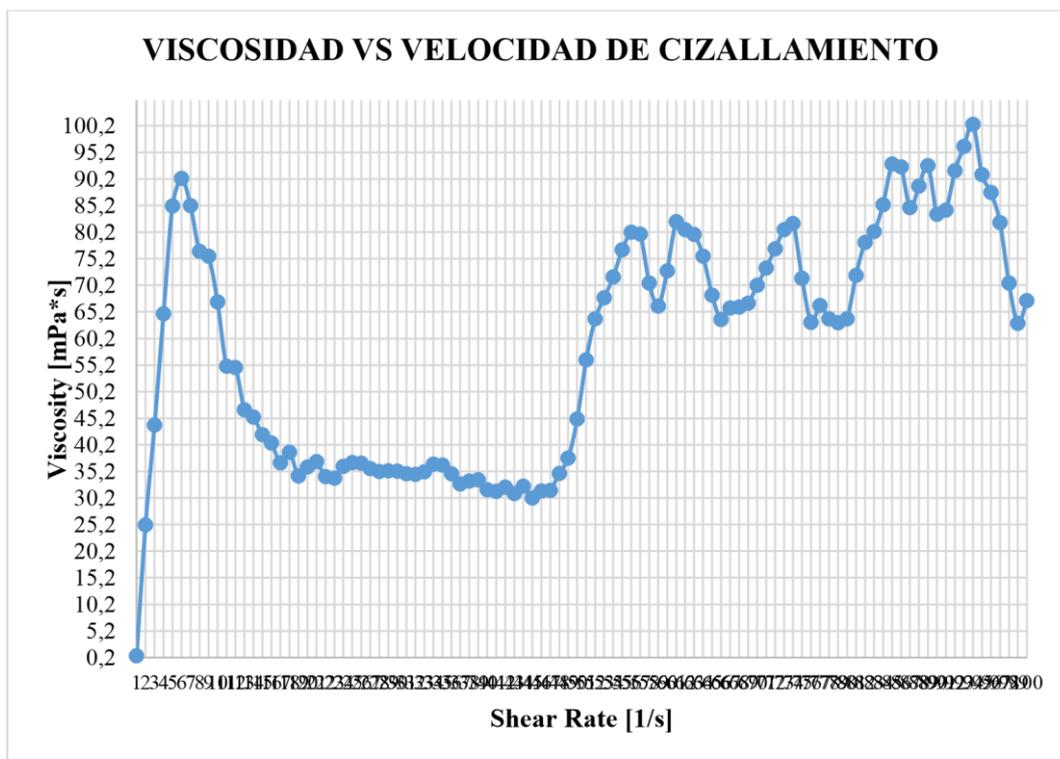
En el gráfico 3, se muestra la grafica de la viscosidad vs la velocidad de cizallamiento a la temperatura de 35°C se puede apreciar que el valor inicial de la viscosidad de este tratamiento fue de 5,344 [mPa*s], se puede observar que la curva asciende hasta el punto 3, luego desciende con el transcurso de la velocidad de cizallamiento, el valor final del punto numero 100 fue de 20,209 [mPa*s]

3.3.1.2. Viscosidad del tratamiento t2(a1b1c2)

3.3.1.2.1. Ensayo a 8°C

En la tabla D4, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 2, a la temperatura de 8°C, el valor inicial determinado por el reómetro fue de 0,550 [mPa*s], y el valor final fue de 67,325 [mPa*s]; se determinó el valor de la viscosidad de este tratamiento, por medio del cálculo de la media, la cual fue de 59,014 [mPa*s].

GRÁFICO 4. Viscosidad del tratamiento 2 a 8°C



Fuente: Tabla D4
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

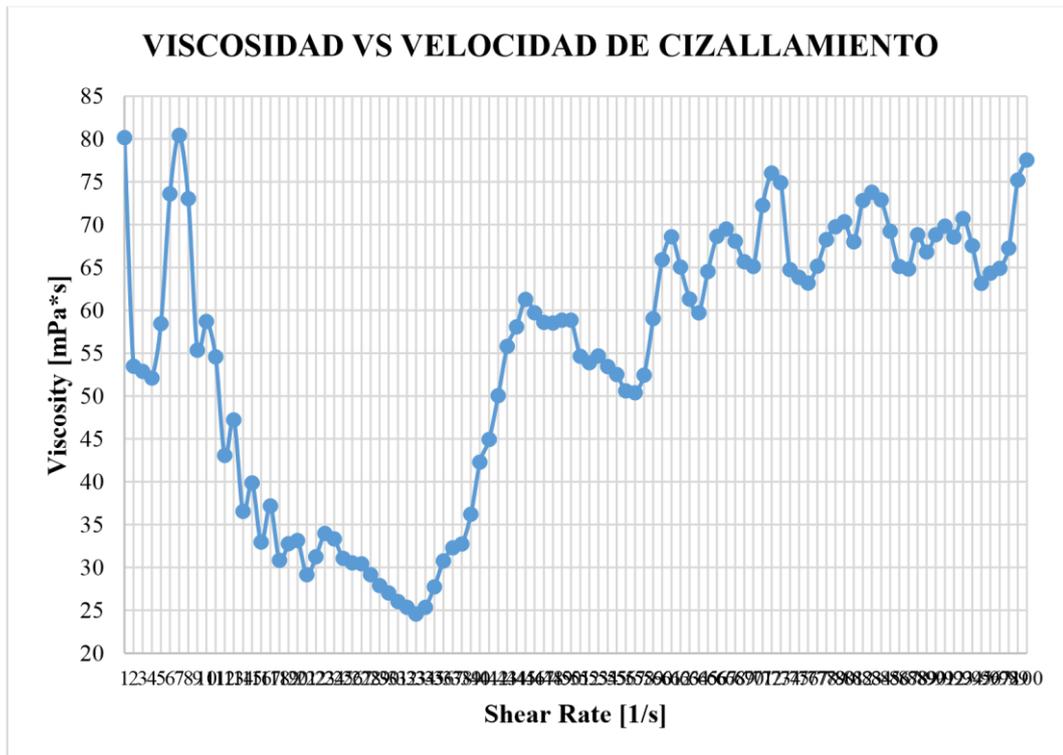
- Análisis e interpretación del gráfico N°22

En el gráfico 4 , se puede observar los valores de la viscosidad del tratamiento 2 a la temperatura de 8°C, el valor mínimo de la viscosidad fue de 0,550 [mPa*s], luego los valores de la viscosidad iban subiendo, lo cual se puede apreciar en el punto 6, luego los valores de la viscosidad fueron descendiendo, en el punto 55 el valor de la viscosidad ascendió, en el punto 94; presenta un valor de 100,054 [mPa*s], siendo el valor del punto final de 67,325 [mPa*s]

3.3.1.2.2. Ensayo a 20°C

En la tabla D5, se muestra los valores de la viscosidad determinados por el reómetro, del tratamiento 2 a 20°C, el valor inicial medido fue de 80,150 [mPa*s], el valor final fue de 77,563 [mPa*s], el valor de la media calculado fue de 54,707 [mPa*s].

GRÁFICO 5. Viscosidad del tratamiento 2 a 20°C



Fuente: Tabla D5

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

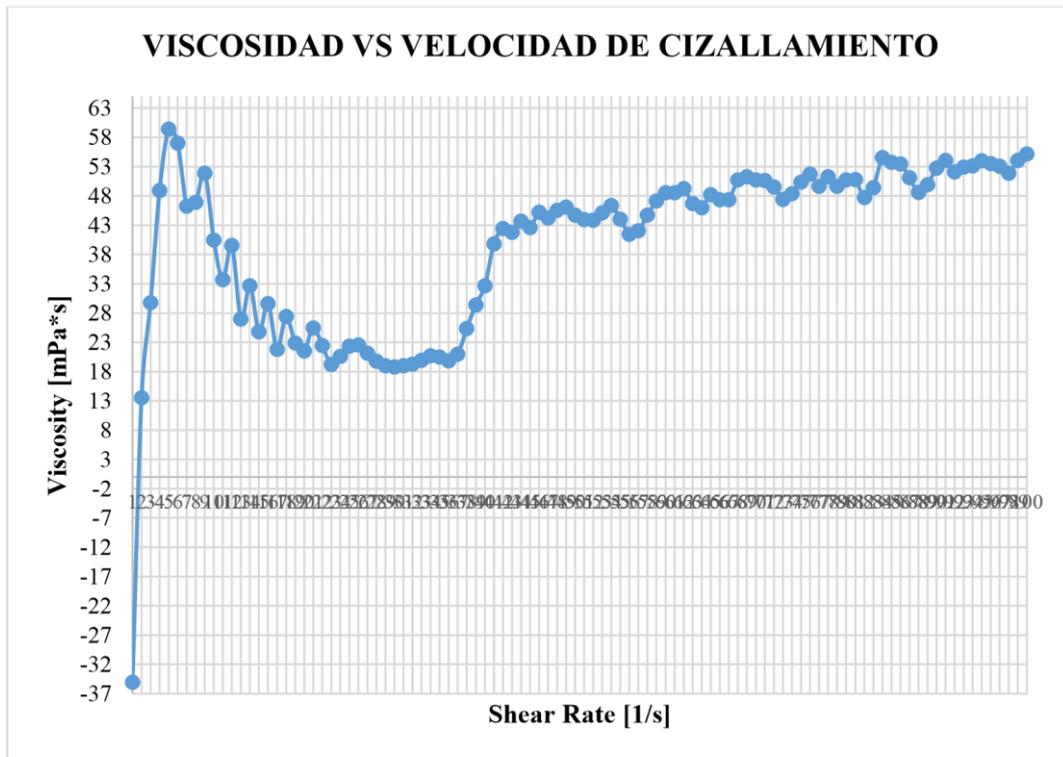
- Análisis e interpretación del gráfico 5

En el gráfico 5 , se muestra los valores de la viscosidad del tratamiento 2 a 20°C, se puede observar que la curva es muy deformada, lo cual se debe a que los valores de la viscosidad fueron muy disparados, ya que el valor inicial fue de 80,150 [mPa*s], y el valor final fue de 77,553 [mPa*s], existen valores que se encuentran alejados del valor de la media, el cual fue de 54,707 [mPa*s].

3.3.1.2.3. Ensayo a 35°C

En la tabla D6, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 2 a 35°C, se puede observar que el valor inicial fue de -35,022 [mPa*s], mientras que el valor final determinado fue de 55,190 [mPa*s], para conocer cual es la viscosidad de este tratamiento a la temperatura de 35°C, se procedio a calcular la media, cuyo valor fue de 39,946 [mPa*s].

GRÁFICO 6. Viscosidad del tratamiento 2 a 35°C



Fuente: Tabla D6
 Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación del gráfico 6

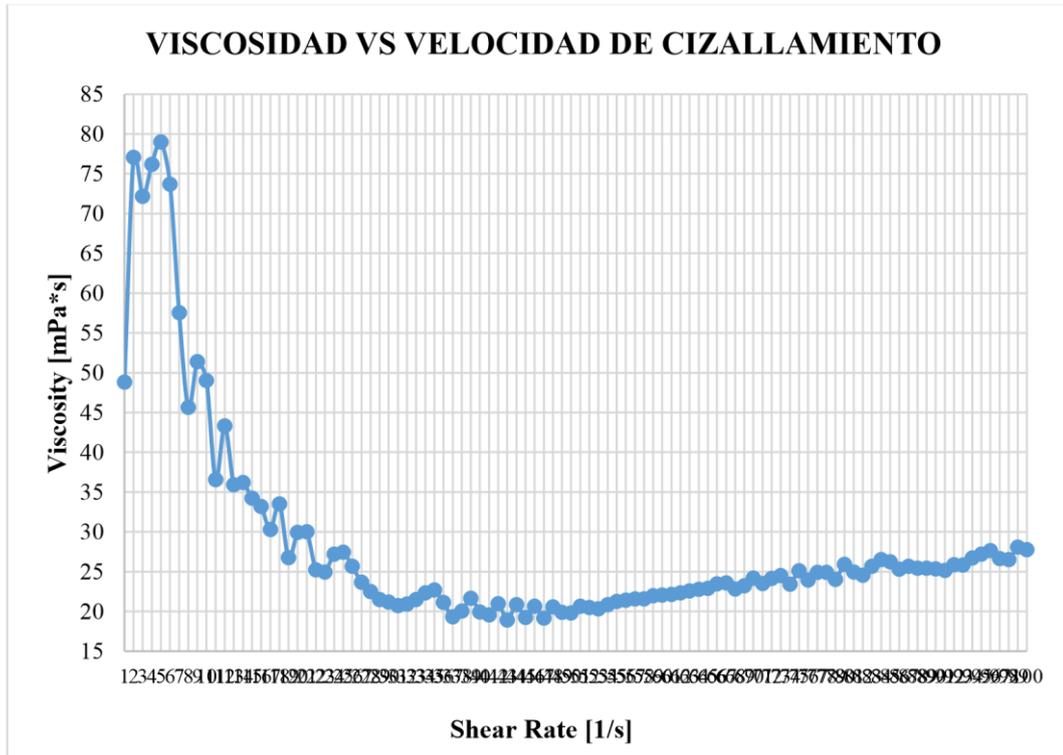
En el gráfico 6, se muestran los valores de la viscosidad del tratamiento 2 a 35°C, se puede observar que existe un valor negativo en el primer punto, el cual fue de 35,022 [mPa*s], luego el valor de la viscosidad ascendió a 13,553 [mPa*s] en el punto 2, en el punto 6 el valor de la viscosidad se elevó a 59,436 [mPa*s], luego los valores fueron descendiendo, varios valores se encuentran alejados del valor de la media 39,946 [mPa*s], siendo el valor final del punto número 100 de 55,190 [mPa*s].

3.3.1.3. Viscosidad del tratamiento t4(a1b2c2)

3.3.1.3.1. Ensayo a 8°C

En la tabla D7, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 4 a 8°C, el valor inicial determinado por el reómetro fue de 48,825 [mPa*s], mientras que el valor final fue 27,749 [mPa*s], se calculó la media para establecer el valor de la viscosidad de este tratamiento el cual fue 28,384 [mPa*s].

GRÁFICO 7. Viscosidad del tratamiento 4 a 8°C



Fuente: Tabla D7
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

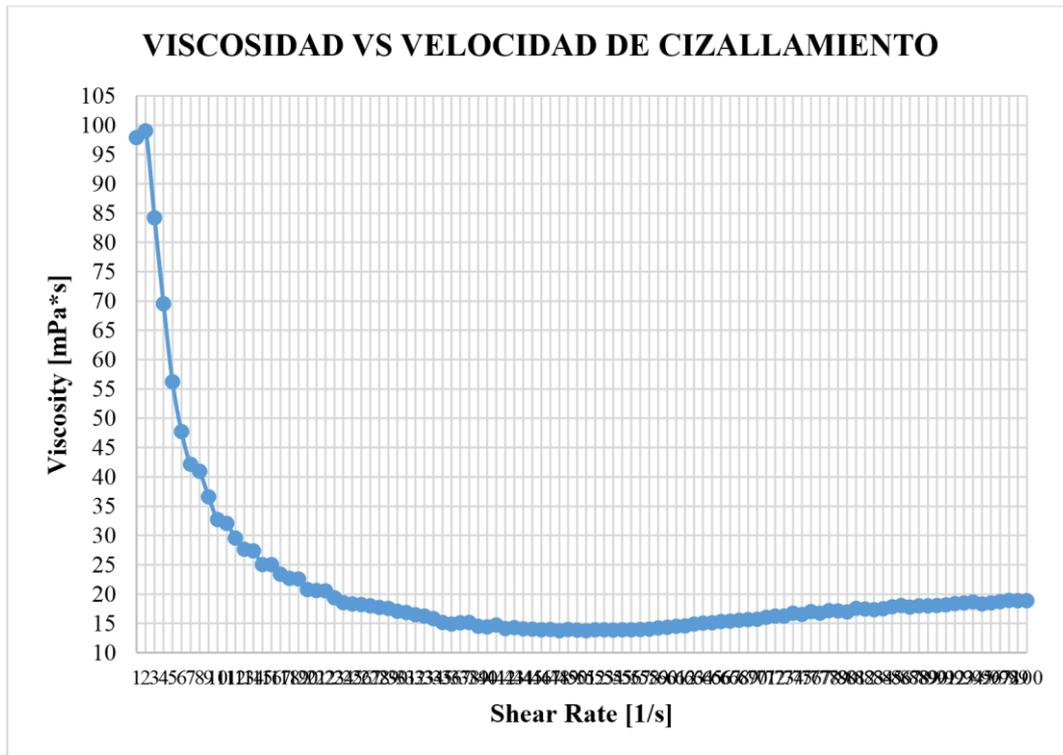
- Análisis e interpretación del gráfico N°7

En el gráfico 7, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 4 a 8°C, el valor del punto inicial fue de 48,825 [mPa*s], observa en el gráfico que en el punto número 2 y en el punto 5 hubo un ascenso en la curva. El valor del punto final fue 20,749 [mPa*s], también se puede apreciar que varios valores se alejan del valor de la media, el cual fue de 28,384 [mPa*s].

3.3.1.3.2. Ensayo a 20°C

En la tabla D8, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 4 determinados a 20°C, el valor inicial fue de 27,898 [mPa*s], mientras que el valor final fue de 18,902 [mPa*s], el valor de la media calculado fue de 21,679 [mPa*s].

GRÁFICO 8. Viscosidad del tratamiento 4 a 20°C



Fuente: Tabla D8
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

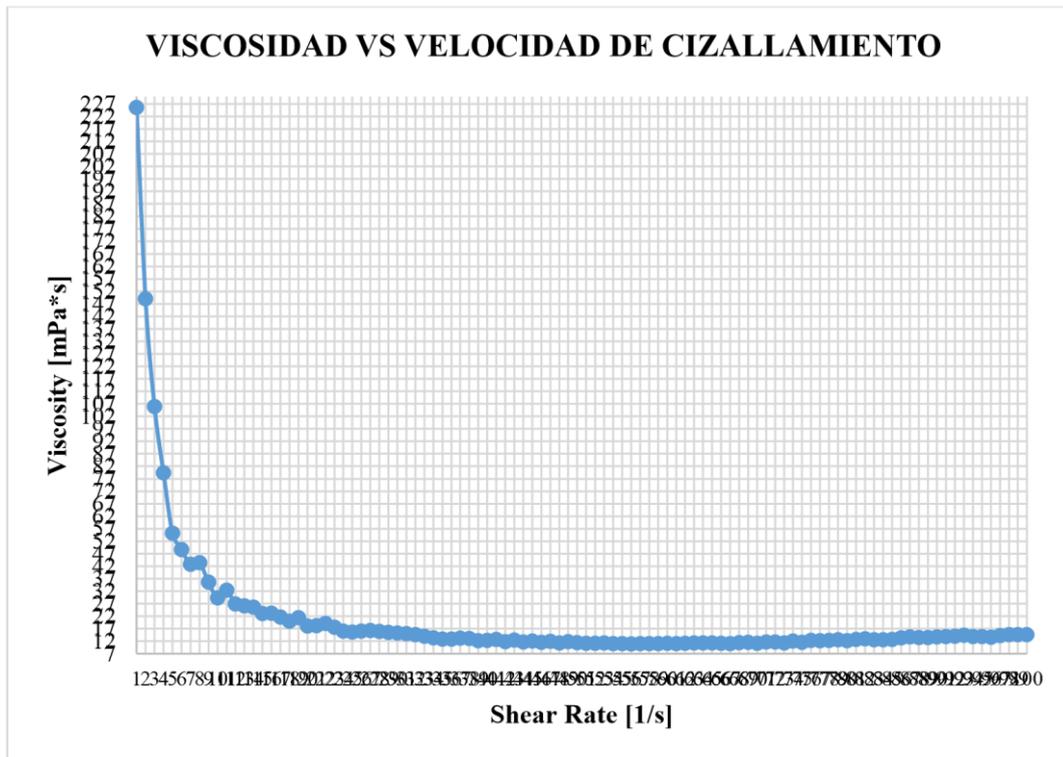
- **Análisis e interpretación del gráfico 8**

En el gráfico 8, se muestran los valores de la viscosidad del tratamiento 4 a 20°C, el valor del punto 1 fue de 28,896 [mPa*s], a partir de este valor hubo un descenso en la curva, el valor final en el punto número 100 fue de 18,902 [mPa*s], se puede observar que varios valores se alejan del valor de la media, 21,679 [mPa*s].

3.3.1.3.3. Ensayo a 35°C

En la tabla D9, se puede observar los valores de la viscosidad del tratamiento 4 a 35°C, el valor inicial fue de 225,625 [mPa*s], mientras que el valor final fue de 14,594 [mPa*s], para determinar el valor de la viscosidad de este tratamiento se calculó el valor de la media el cual fue 20,839 [mPa*s].

GRÁFICO 9. Viscosidad del tratamiento 4 a 35°C



Fuente: Tabla D9
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación del gráfico 9**

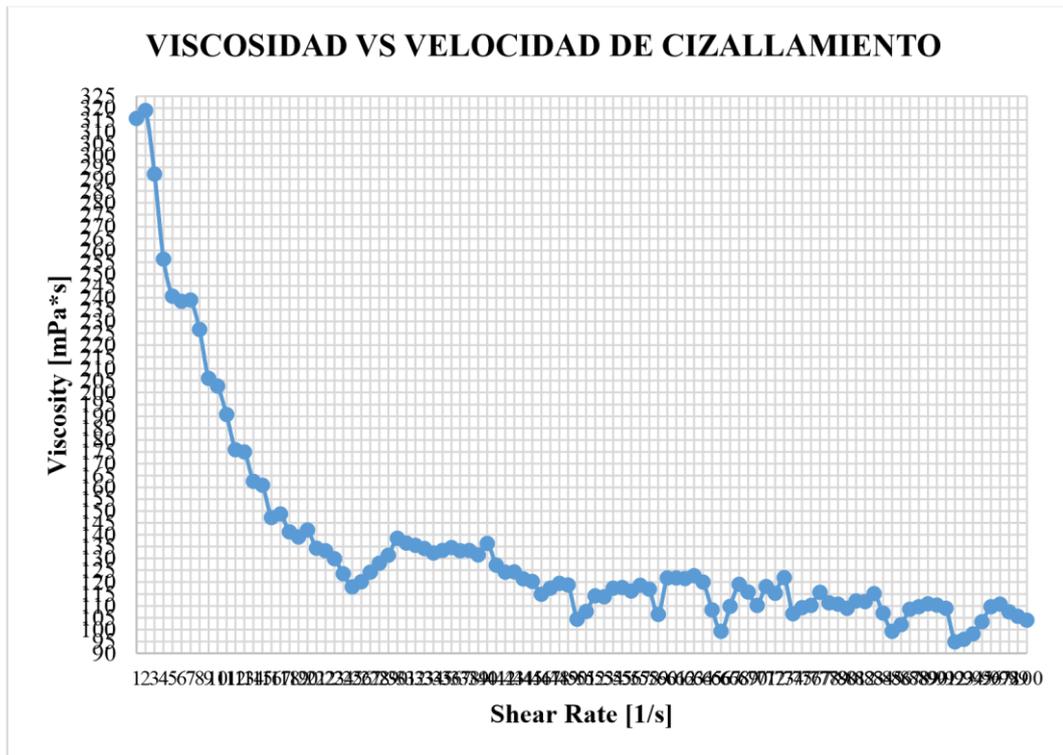
En el gráfico 9, se puede observar los valores de la viscosidad del tratamiento 4 a 35°C, el valor del punto inicial fue de 225,625 [mPa*s], a partir de este valor, la curva fue descendiendo, el valor del punto final de la curva fue de 14,594 [mPa*s], se puede apreciar que varios valores se sitúan alejados del valor de la media, el cual fue de 20,839 [mPa*s]

3.3.1.4. Viscosidad del tratamiento t9(a3b1c1)

3.3.1.4.1. Ensayo a 8°C

En la tabla 10, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 9, determinados a 8°C, se observa que el valor inicial fue de 315,660 [mPa*s], mientras que el valor final fue de 104,065 [mPa*s], el valor de la media calculado fue de 134,905 [mPa*s], por tanto se puede decir que este es el valor de la viscosidad.

GRÁFICO 10. Viscosidad del tratamiento 9 a 8°C



Fuente: Tabla D10
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

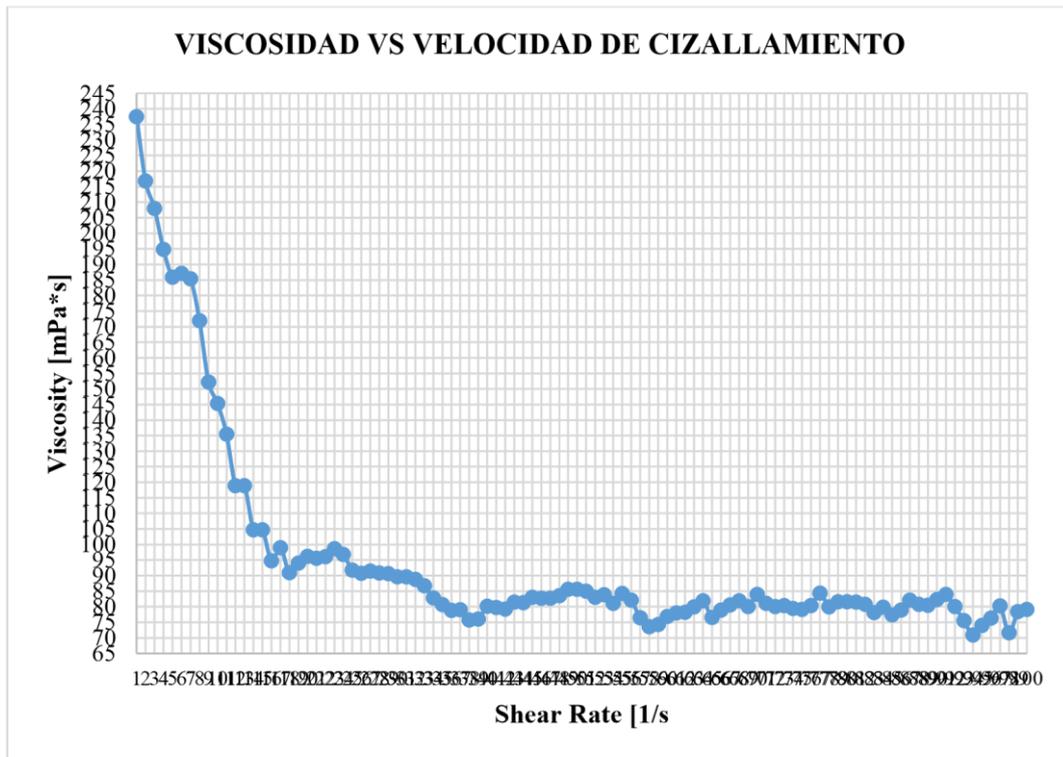
- **Análisis e interpretación del gráfico N°27**

En el gráfico 10, se observan los valores de la viscosidad del tratamiento 9 a 8°C, el valor del punto 1 fue de 315,660 [mPa*s], hubo un ascenso en el punto 2, el valor de la viscosidad en este punto fue de 319,025 [mPa*s], a partir de este punto, hubo un descenso de valores de la viscosidad, siendo el valor final de 104,065 [mPa*s], varios puntos se alejan del valor de la media, el cual fue de 134,905 [mPa*s].

3.3.1.4.2. Ensayo a 20°C

En la tabla D11, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 9 determinados a una temperatura de 20°C, el valor inicial fue de 237,470 [mPa*s], el valor final fue 79,155 [mPa*s], para determinar la viscosidad de este tratamiento, se calculó la media, la cual fue 94,980 [mPa*s].

GRÁFICO 11. Viscosidad del tratamiento 9 a 20°C



Fuente: Tabla D11
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación del gráfico 11**

En el gráfico 11, se muestran los valores de la determinación de la viscosidad del tratamiento 9 a 20°C, el valor inicial fue de 237,470 [mPa*s], el valor calculado de la media fue de 94,980 [mPa*s], se puede apreciar que varios valores se alejan de la media, el valor del punto final fue de 79,155 [mPa*s].

3.3.1.4.3. Ensayo a 35°C

En la tabla D12, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 9, determinados a la temperatura de 35°C, se puede observar que el valor inicial fue de 109,120 [mPa*s], el valor de la media calculado fue de 94,980 [mPa*s], por tanto este es el valor de la viscosidad de este tratamiento, también se puede observar que el valor final fue de 57,128 [mPa*s].

GRÁFICO 12. Viscosidad del tratamiento 9 a 35°C



Fuente: Tabla D12
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- Análisis e interpretación del gráfico N°12

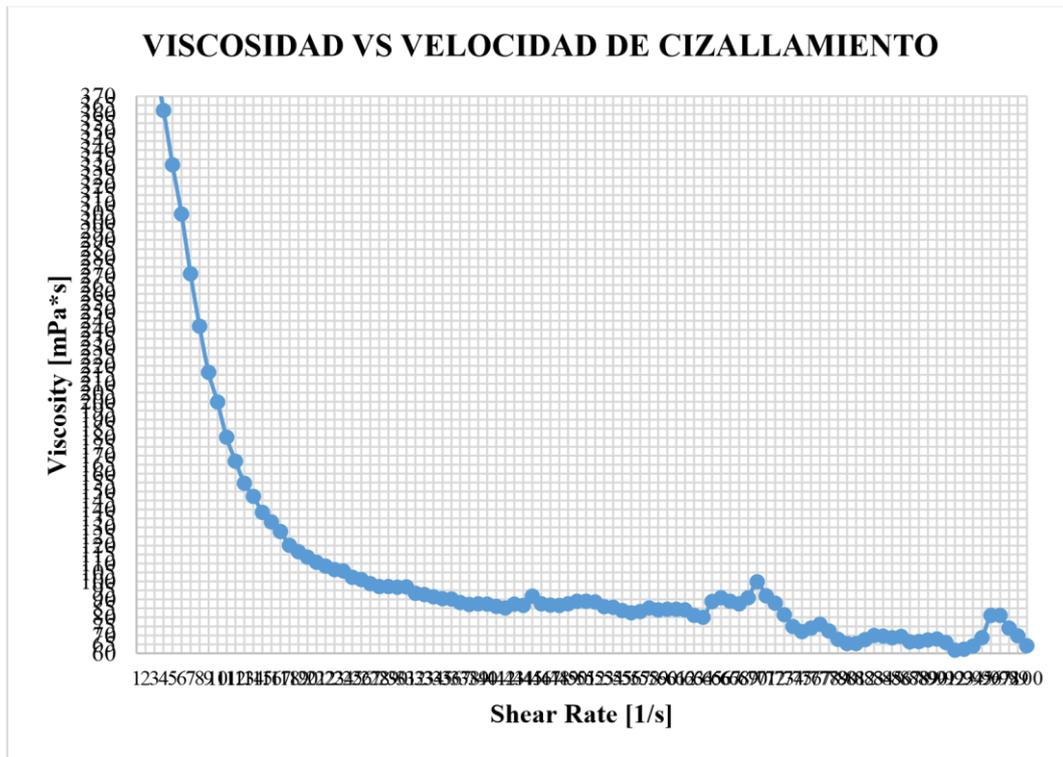
En el gráfico 12, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 9 a 35°C, el valor del punto 1 fue de 109,120 [mPa*s], existe un ascenso en la curva en los puntos 2, 3 y 4, a partir del punto 5 existe un descenso en la curva, la media calculada fue de 94,980 [mPa*s], se puede observar que varios puntos se alejan de la media, el valor del punto final fue de 57,128 [mPa*s].

3.3.1.5. Viscosidad del tratamiento t10(a3b1c2)

3.3.1.5.1. Ensayo a 8°C

En la tabla número D13, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 10 a 8°C, el valor inicial fue de 407,730 [mPa*s], el valor de la media calculada fue de 111,58 [mPa*s], por tanto se puede decir que este es el valor de la viscosidad del tratamiento 10 a la temperatura antes mencionada, el valor final fue de 64,177 [mPa*s].

GRÁFICO 13. Viscosidad del tratamiento 10 a 8°C



Fuente: Tabla D13
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

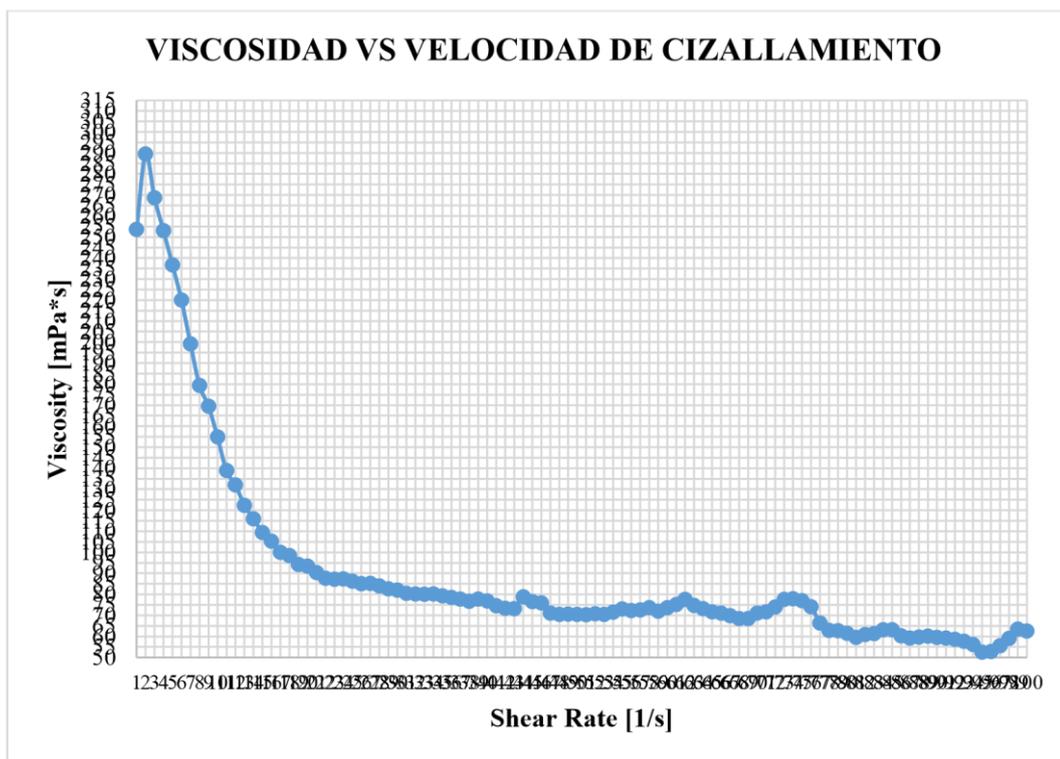
- Análisis e interpretación del gráfico13

En el gráfico 13, se presentan los valores de la viscosidad del tratamiento 10 a 8°C, el valor del primer punto es de 362,000 [mPa*s], se puede apreciar que a partir de este valor la curva desciende, también se puede observar que varios valores se alejan del valor de la media, la cual fue de 111,958 [mPa*s], el valor del punto final de la curva fue de 64,177 [mPa*s].

3.3.1.5.2. Ensayo a 20°C

En la tabla D14, se indica los valores de la viscosidad del tratamiento 10 determinados en el reómetro 20°C, el primer valor fue de 253,527 [mPa*s], para conocer la viscosidad de este tratamiento, se calculó el valor de la media, el cual fue 90,448 [mPa*s], el valor final fue 62,534 [mPa*s].

GRÁFICO 14. Viscosidad del tratamiento 10 a 20°C



Fuente: Tabla D14
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

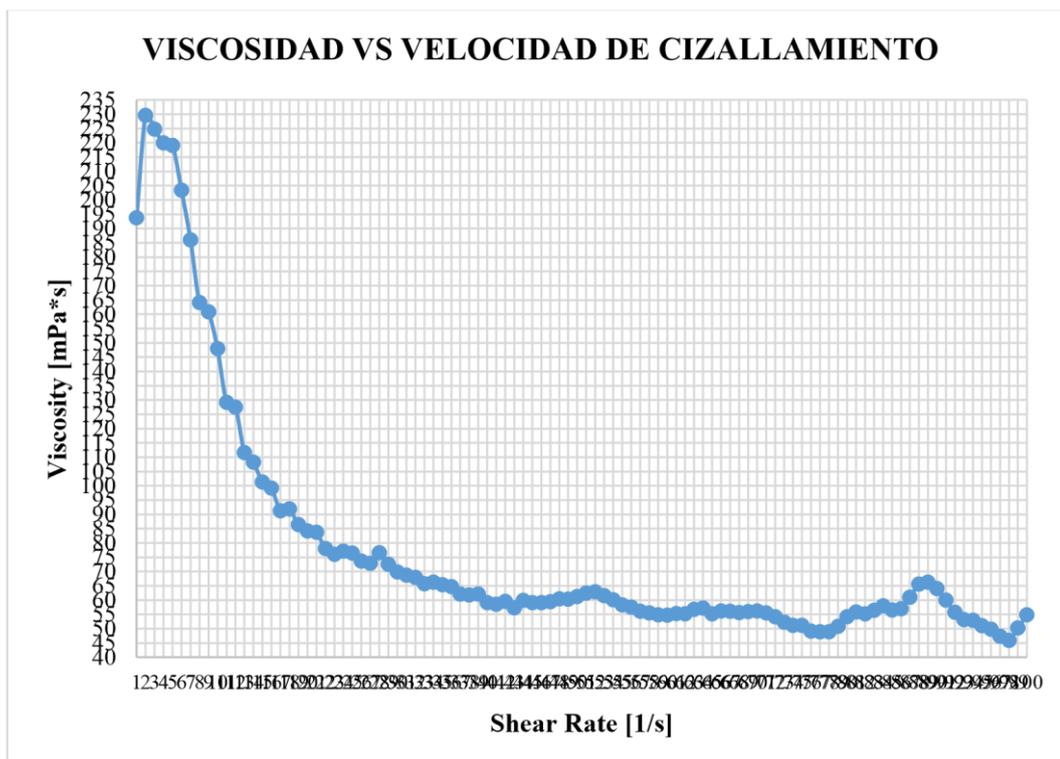
- **Análisis e interpretación del gráfico 14**

En el gráfico 14, se encuentran los valores de la determinación de la viscosidad del tratamiento 10 a 20°C, el valor inicial fue de 253,527 [mPa*s], hubo un ascenso en la curva en el punto 2, ya que el valor de la viscosidad se elevó a 289,517 [mPa*s], luego hubo un descenso en la curva a partir del punto 3, se puede apreciar que varios valores se alejan del valor de la media el cual fue previamente determinado 90,448 [mPa*s], el valor final fue 62,534 [mPa*s].

3.3.1.5.3. Ensayo a 35°C

En la tabla D15, se observa los valores de la viscosidad del tratamiento 10 a 35°C, el valor inicial fue 193,745 [mPa*s], para determinar el valor de la viscosidad de este tratamiento a la temperatura antes mencionada, se calculó la media; 77,477 [mPa*s], el valor final fue de 54,827 [mPa*s].

GRÁFICO 15. Viscosidad del tratamiento 10 a 35°C



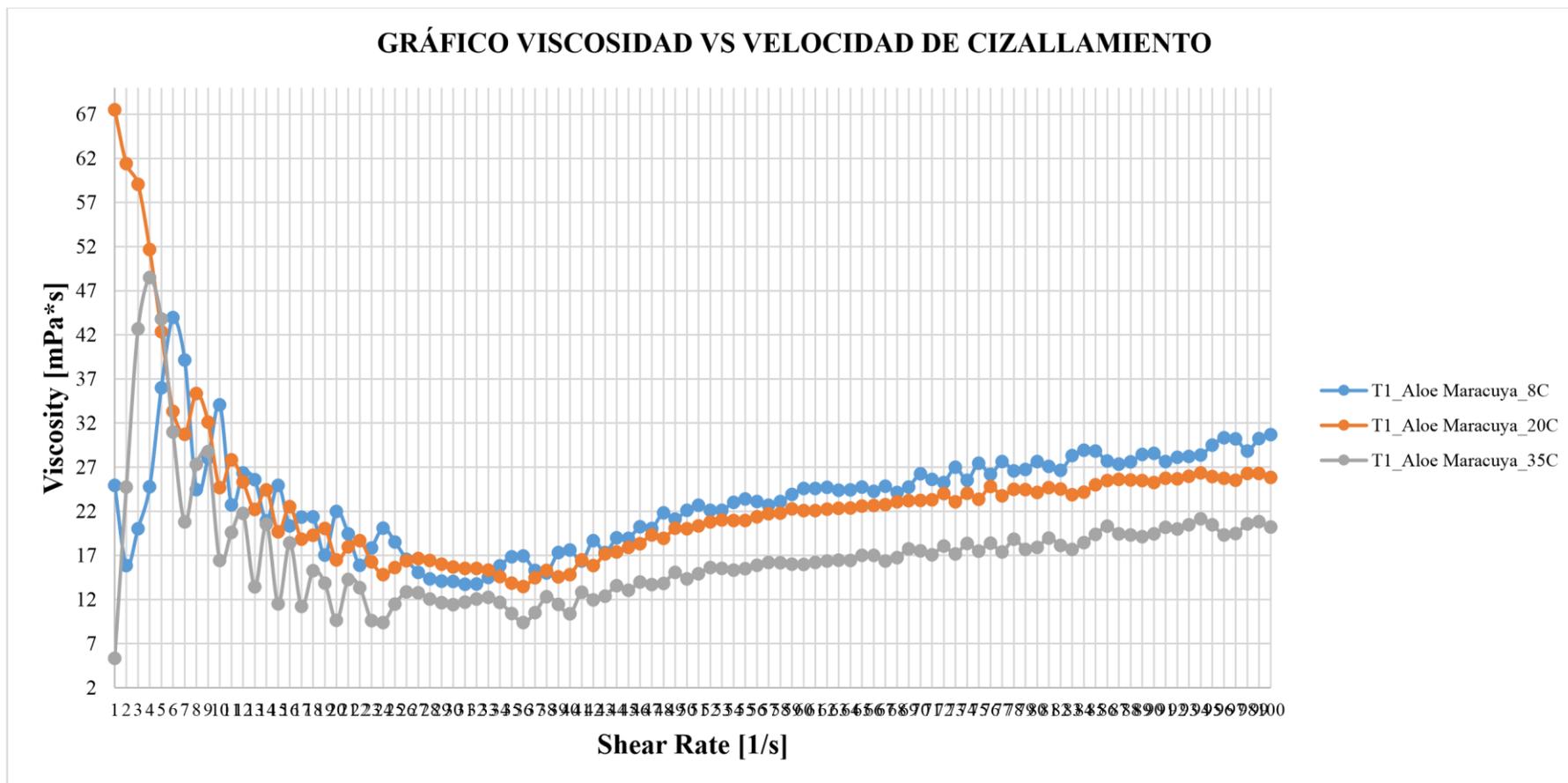
Fuente: Tabla D15
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación del gráfico 15**

En el gráfico número 15, se muestra la grafica de la viscosidad vs la velocidad de cizallamiento del tratamiento 10 a la temperatura de 35°C, el valor del priemer punto de la curva es de 193,745 [mPa*s], se puede observar que la curva asciende en el segundo punto a 229,550 [mPa*s], a partir del tercer punto, la curva descende, varios valores se alejan del valor de la media; 77,477 [mPa*s], el valor del punto final fue de 54,827 [mPa*s].

GRÁFICO 16.

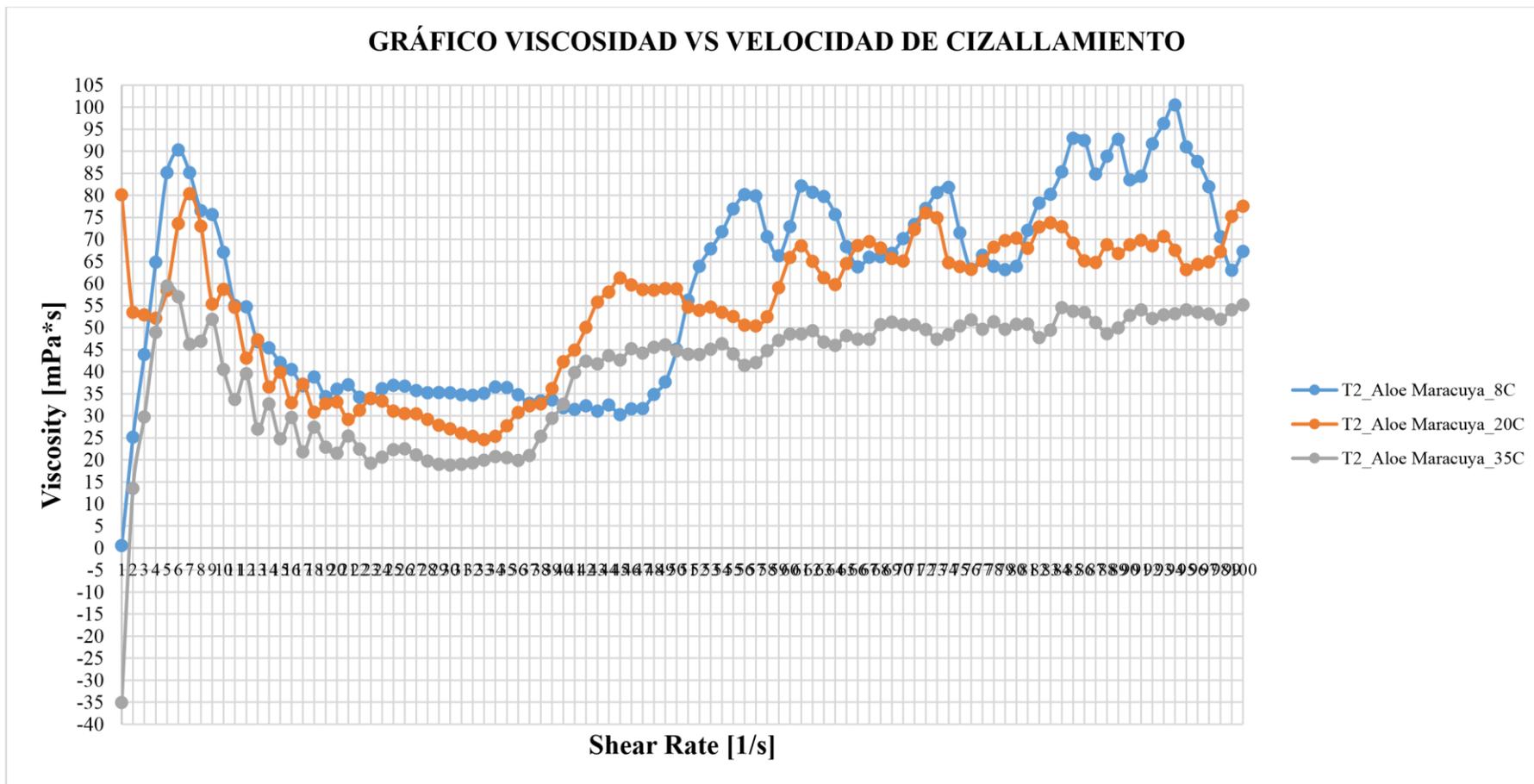
Viscosidad del tratamiento 1 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 17.

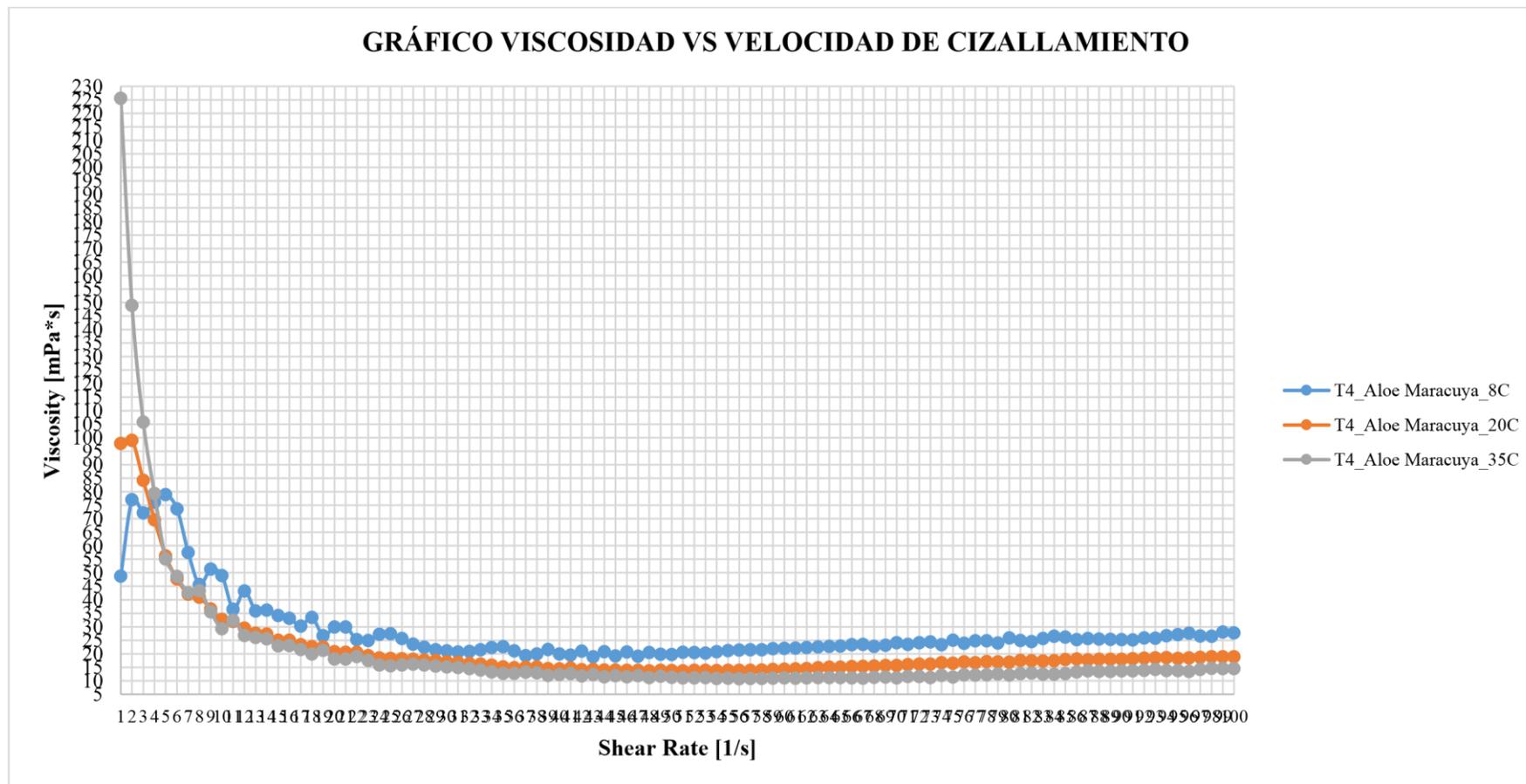
Viscosidad del tratamiento 2 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 18.

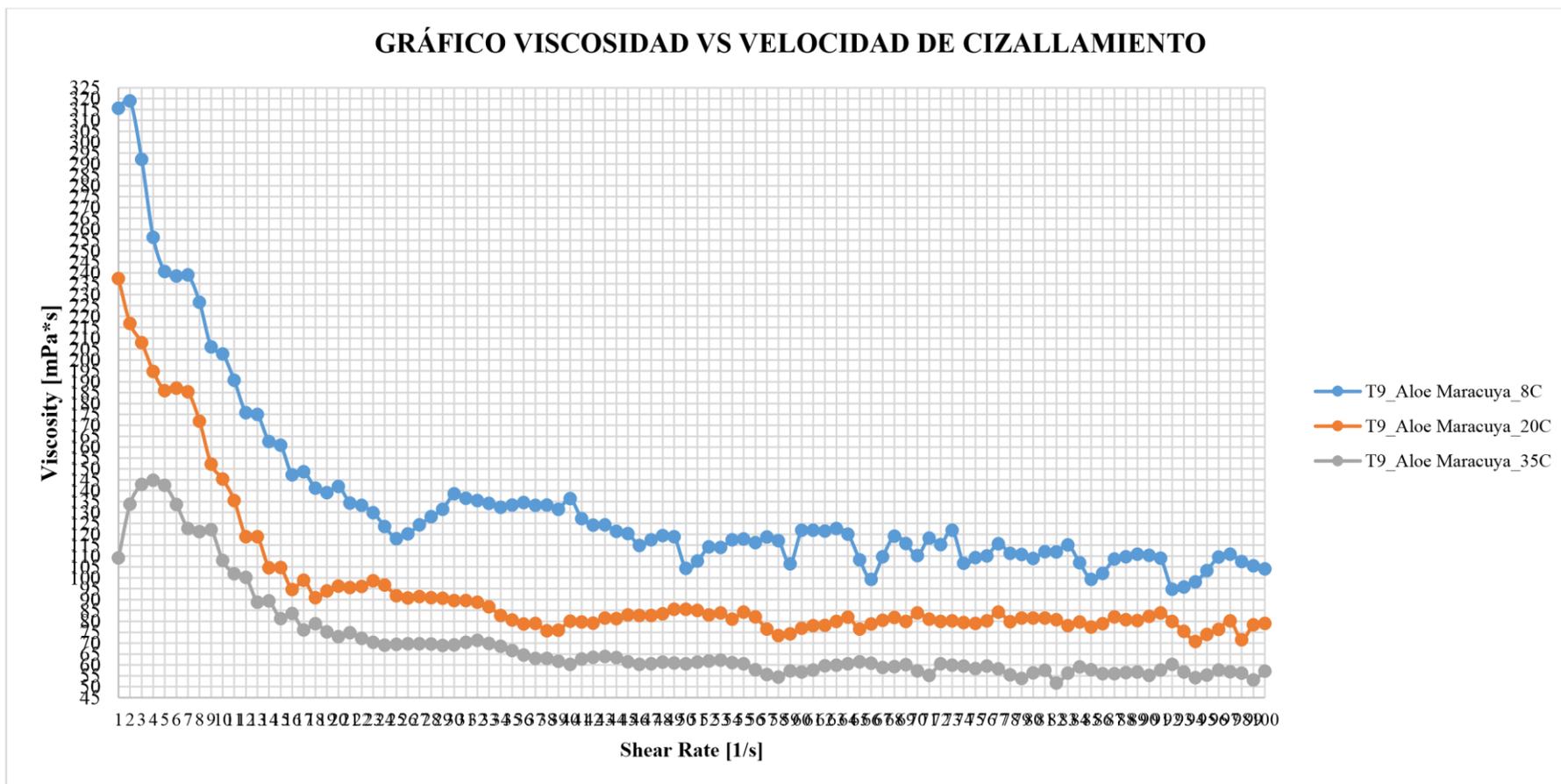
Viscosidad del tratamiento 4 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 19.

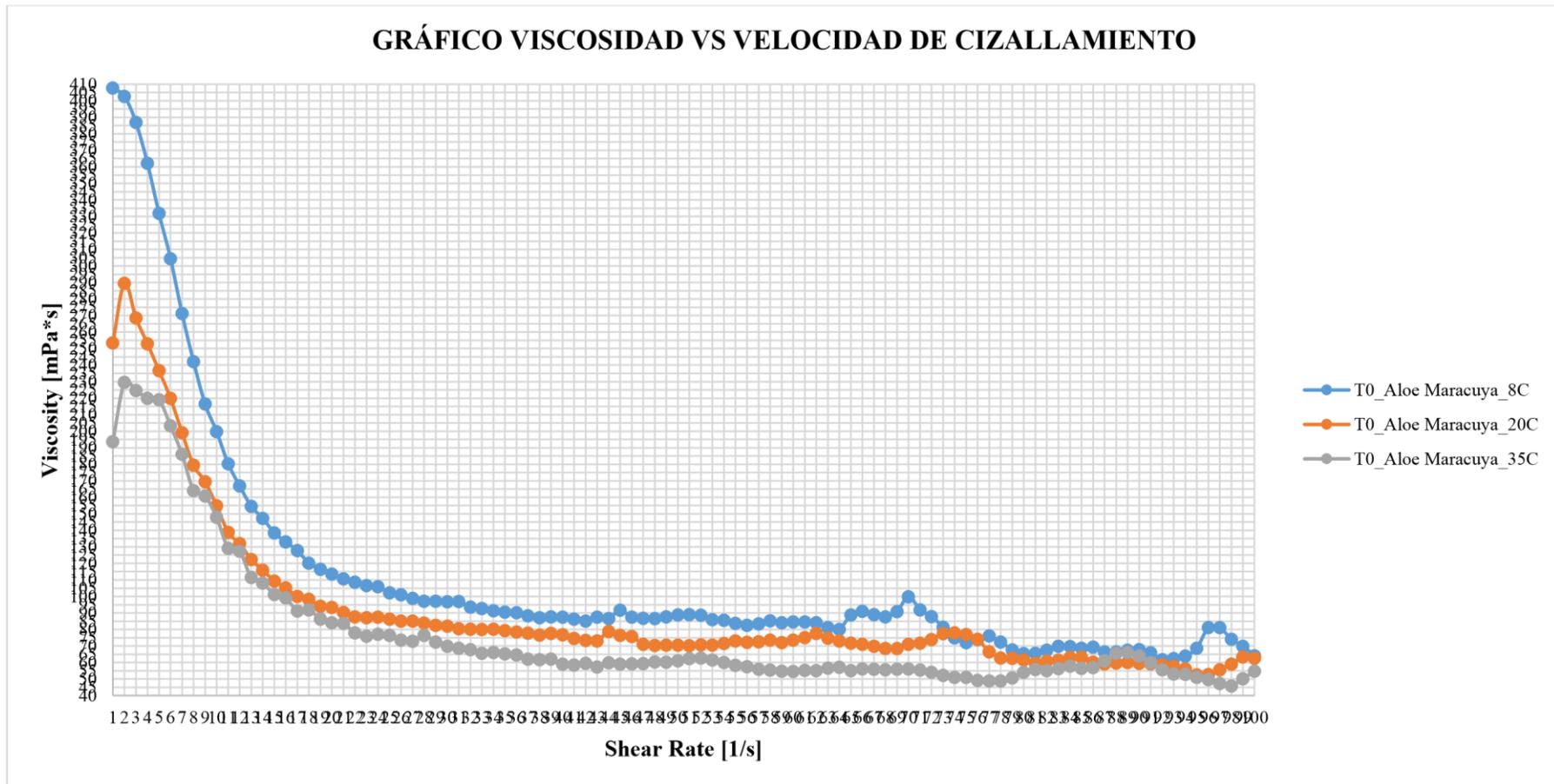
Viscosidad del tratamiento 9 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 20.

GRÁFICO 20. Viscosidad del tratamiento 10 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

- **Análisis e interpretación del gráfico 16**

En el gráfico 16, se observan los valores de la viscosidad vs. la velocidad de cizallamiento del tratamiento 1 (a1b1c1), a diferentes temperaturas (8°C, 20°C y 35°C), se puede apreciar que las curvas varían, de acuerdo a cada temperatura, por tanto se puede comprobar que si influye la variación de la temperatura sobre los valores de la viscosidad. Los valores de la media de la viscosidad fueron: a 8°C; 23,475 [mPa*s], a 20°C; 23,368 [mPa*s] y a 35°C; 17,064 [mPa*s], se puede apreciar que los valores de la viscosidad fueron bajando de acuerdo al cambio de las temperaturas de ensayo.

- **Análisis e interpretación del gráfico 17**

En el gráfico 17, se puede observar los valores de la viscosidad vs. la velocidad de cizallamiento del tratamiento 2 (a1b1c2), a tres temperaturas, las cuales fueron 8, 20 y 35°C, se puede apreciar que las curvas son diferentes, de acuerdo al cambio de temperatura, el valor de las media calculada a 8°C fue 59,014 [mPa*s]. a 20°C fue 54,707 [mPa*s] y a 35°C fue 39,946 [mPa*s], de igual manera se puede decir que los valores de la viscosidad fueron bajando de acuerdo a la elevación de las temperaturas de ensayo

- **Análisis e interpretación del gráfico 18**

En el gráfico 18, se observa los valores de la viscosidad vs. la velocidad de cizallamiento del tratamiento 4 (a1b2c2), a 8°C, 20°C y 35°C, se puede apreciar que las curvas, varían de acuerdo al cambio de temperatura, la curva a 8°C se encuentra alejada de las curvas a 20°C y 35°C, de igual manera los valores de la viscosidad varian, a 8°C el valor de la viscosidad fue 28,384 [mPa*s], a 20°C fue 21,679 [mPa*s] y a 35°C fue 20,839 [mPa*s], por tanto de igual manera se puede decir que al aumentar la temperatura en la bebida, la viscosidad fue disminuyendo.

- **Análisis e interpretación del gráfico 19**

En el gráfico 19, se observan los valores de la viscosidad vs. la velocidad de cizallamiento del tratamiento 9 (a3b1c), a temperaturas de 8°C, 20°C y 35°C, se puede apreciar que las curvas son distintas y separadas, de acuerdo a la variación de la temperatura de ensayo, a 8°C el valor de la media calculado fue 134,905 [mPa*s], a 20°C fue 79,155 [mPa*s] y a 35°C fue 94,980 [mPa*s], de igual manera cuando se aumentó la temperatura de ensayo, el valor de la viscosidad disminuyó, a excepción de la elevación de la temperatura a 35°C, en este caso el valor de la viscosidad de la bebida aumentó.

- **Análisis e interpretación del gráfico 20**

En el gráfico 20, se observan los valores de la viscosidad vs. la velocidad de cizallamiento del tratamiento 10 (a3b1c2), a 8°C, 20°C y 35°C, se puede apreciar que las curvas no se encuentran muy separadas, de acuerdo a la variación de las temperaturas de ensayo antes mencionadas, los valores de la media de la viscosidad calculados fueron: a 8°C fue 111,58 [mPa*s], a 20°C fue 90,448 [mPa*s] y a 35°C fue 77,477 [mPa*s], por tanto se puede decir que, los valores de la viscosidad fueron disminuyendo, de acuerdo a la variación de las temperaturas de ensayo.

3.3.2. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo

Para el cálculo del índice de consistencia y del índice del comportamiento al flujo de los tratamientos 1, 2, 4, 9 y 10; se empleó la ley de la potencia, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$\tau = k \dot{\gamma}^n$$

$$\log \tau = \log k + n \log \dot{\gamma}$$

\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow
 $y = a + b x$

$$\log k = a$$

$$k = \text{antilog } a$$

3.3.2.1. Índice de consistencia e índice del comportamiento al flujo del t1(a1b1c1)

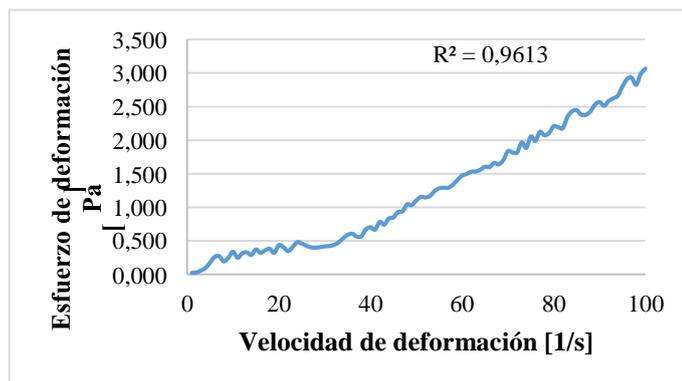
3.3.2.1.1. Ensayo a 8°C

TABLA 22. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a 8°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.s^n]	0,019371
Índice de Comportamiento al flujo	1,044898

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 21. Reograma del tratamiento 1 a 8°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.1.2. Ensayo a 20°C

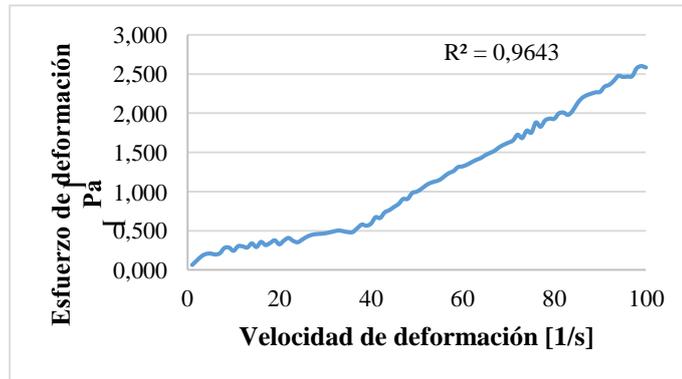
TABLA 23. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.s ⁿ]	0,036012
Índice de Comportamiento al flujo	0,867098

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO

22. Reograma del tratamiento 1 a 20°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

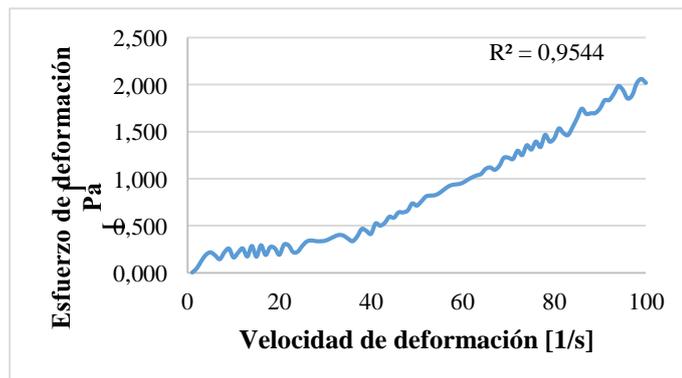
3.3.2.1.3. Ensayo a 35°C

TABLA 24. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t1 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.s ⁿ]	0,017391
Índice de Comportamiento al flujo	0,979590

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 23. Reograma del tratamiento 1 a 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.2. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 (a1b1c2)

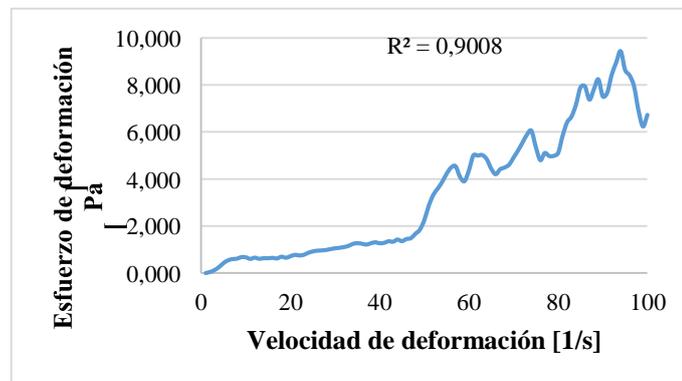
3.3.2.2.1. Ensayo a 8°C

TABLA 25. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a 8°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,014707
Índice de Comportamiento al flujo	1,352067

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 24. Reograma del tratamiento 2 a 8°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.2.2. Ensayo a 20°C

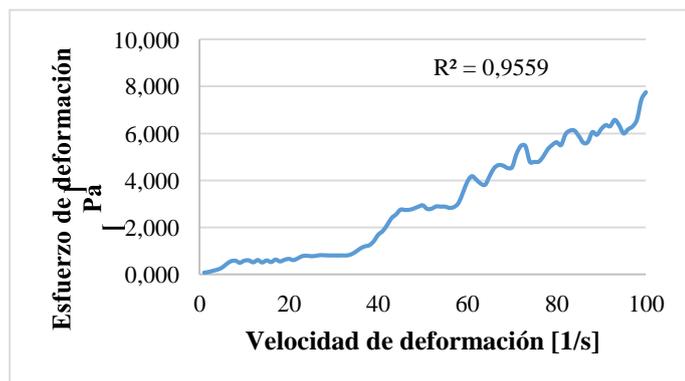
TABLA 26. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,034631
Índice de Comportamiento al flujo	1,352067

25. Reograma del tratamiento 2 a 20°C

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

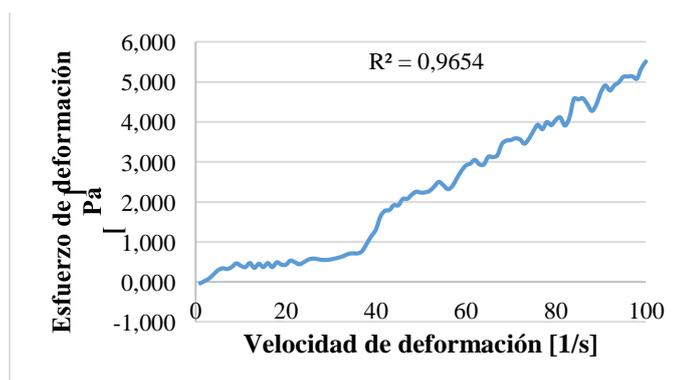
3.3.2.2.3. Ensayo a 35°C

TABLA 27. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t2 a 35°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.s ⁿ]	0,017493
Índice de Comportamiento al flujo	1,213229

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 26. Reograma del tratamiento 2 a 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.3. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 (a1b2c2)

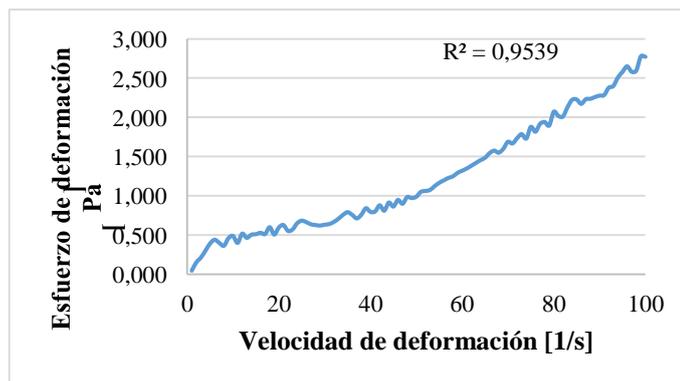
3.3.2.3.1. Ensayo a 8°C

TABLA 28. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 8°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,077399
Índice de Comportamiento al flujo	0,726958

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 27. Reograma del Tratamiento 4 a 8°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.3.2. Ensayo a 20°C

TABLA 29. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,074768
--	----------

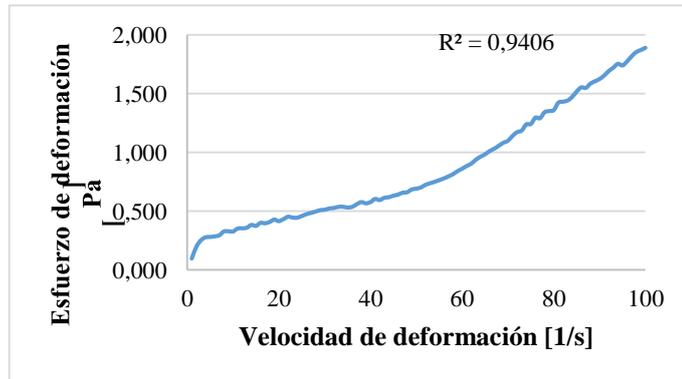
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO

Índice de Comportamiento al flujo	0,613889
--	----------

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

28. Reograma del tratamiento 4 a 20°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

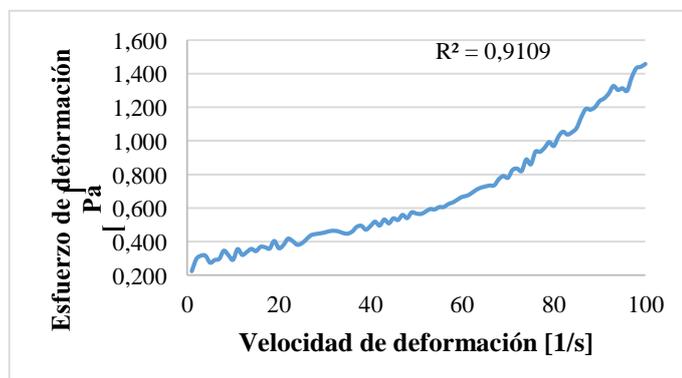
3.3.2.3.3. Ensayo a 35°C

TABLA 30. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t4 a 35°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,104007
Índice de Comportamiento al flujo	0,450024

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 29. Reograma del tratamiento 4 a 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.4. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 (a3b1c1)

GRÁFICO

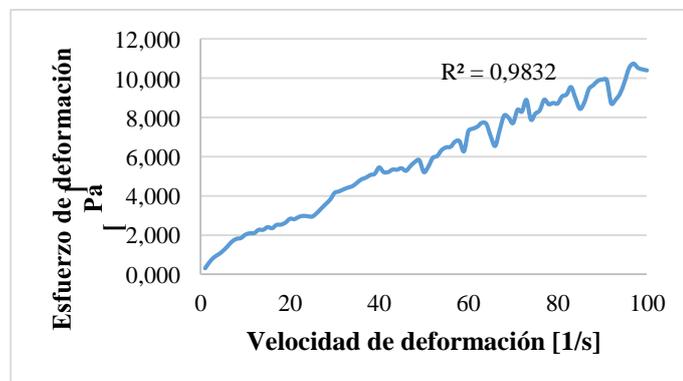
3.3.2.4.1. Ensayo a 8°C

TABLA 31. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 8°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,347790
Índice de Comportamiento al flujo	0,733336

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 30. Reograma del tratamiento 9 a 8°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

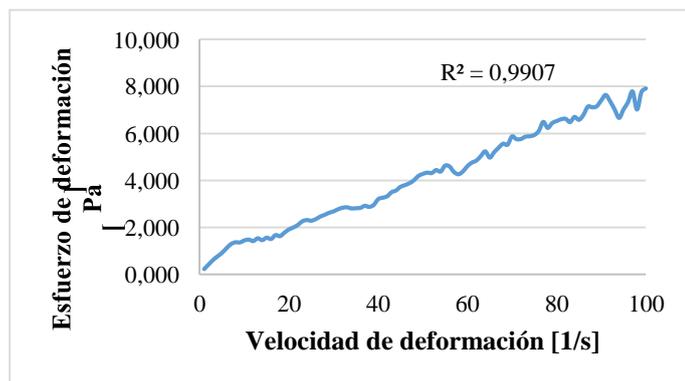
3.3.2.4.2. Ensayo a 20°C

TABLA 32. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,238634
Índice de Comportamiento al flujo	0,735305

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

31. Reograma del tratamiento 9 a 20°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

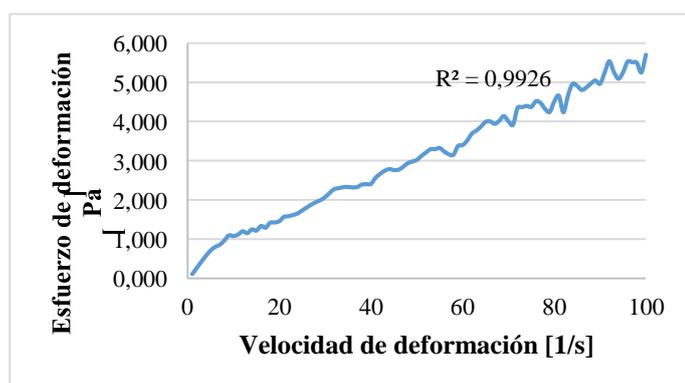
3.3.2.4.3. Ensayo a 35°C

TABLA 33. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t9 a 35°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,185352
Índice de Comportamiento al flujo	0,746574

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 32. Reograma del tratamiento 9 a 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

3.3.2.5. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 (a3b1c2)

3.3.2.5.1. Ensayo a 8°C

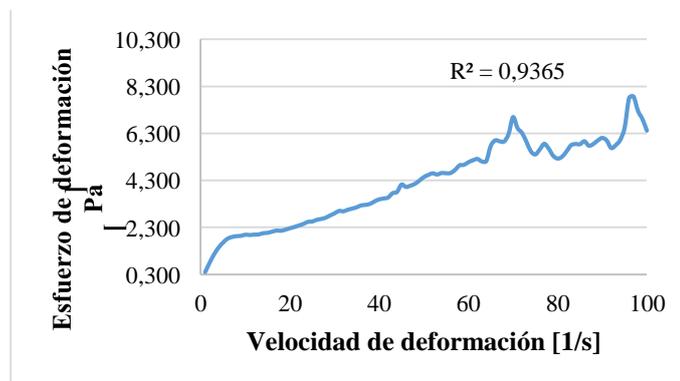
GRÁFICO

TABLA 34. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 8°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,511556
Índice de Comportamiento al flujo	0,548462

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 33. Reograma del tratamiento 10 a 8°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

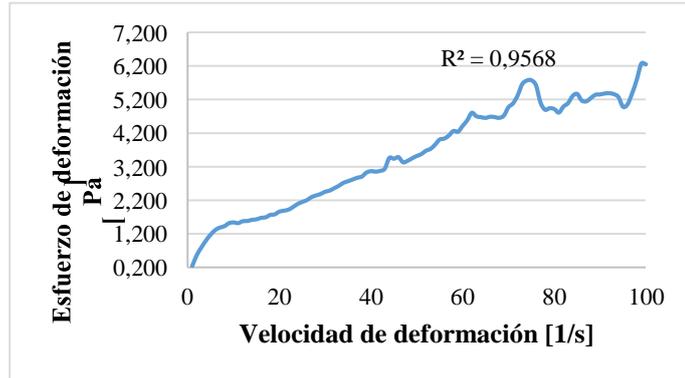
3.3.2.5.2. Ensayo a 20°C

TABLA 35. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 20°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,342284
Índice de Comportamiento al flujo	0,609848

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

34. Reograma del tratamiento 10 a 20°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

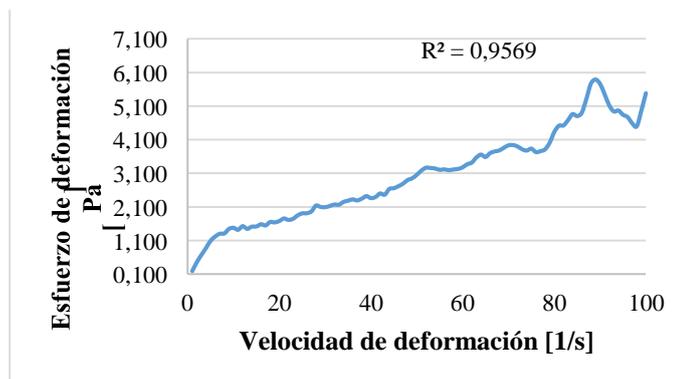
3.3.2.5.3. Ensayo a 35°C

TABLA 36. Índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del t10 a 35°C calculados

Índice de Consistencia [Pa.sⁿ]	0,308017
Índice de Comportamiento al flujo	0,593731

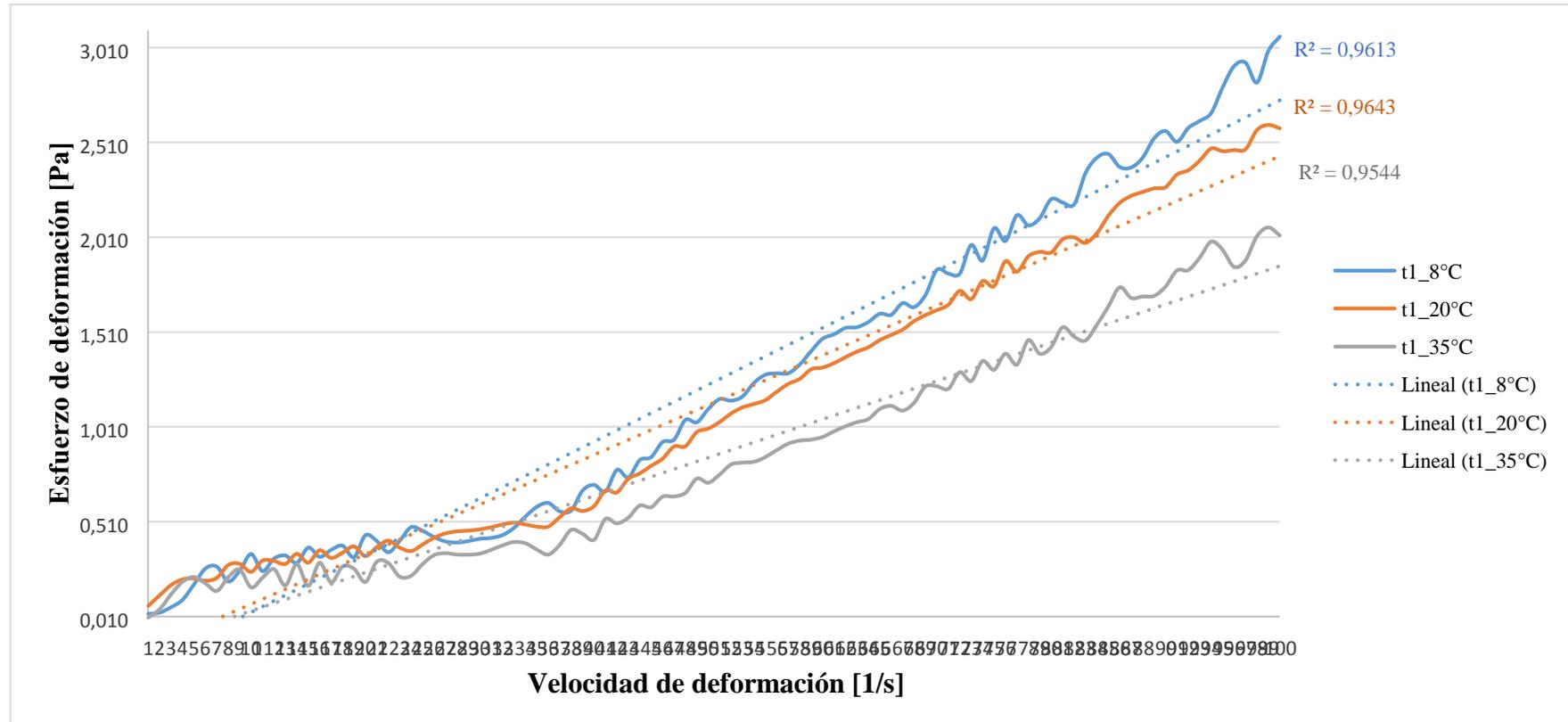
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO 35. Reograma del tratamiento 10 a 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

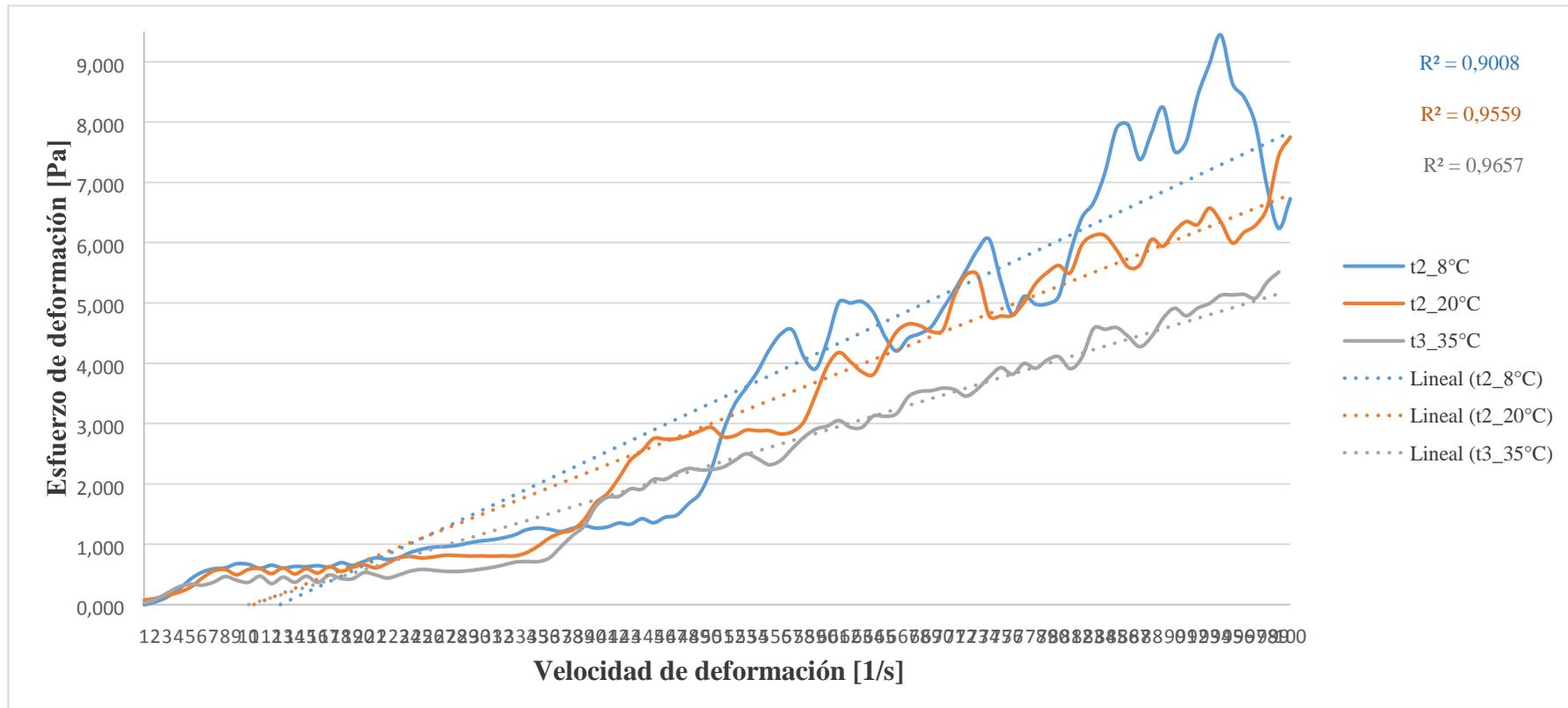
GRÁFICO 36. Reograma del t1 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO

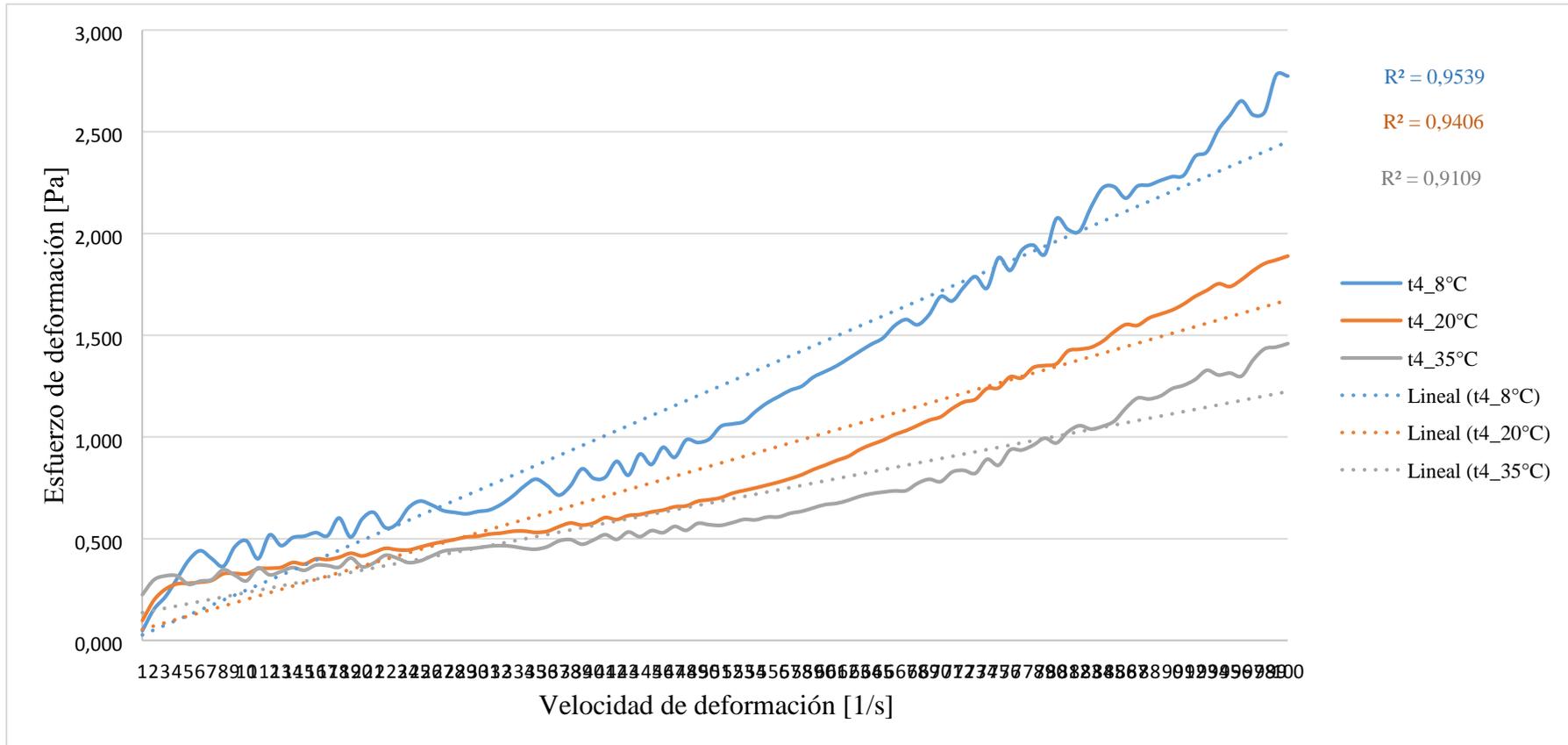
37. Reograma del t2 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

GRÁFICO

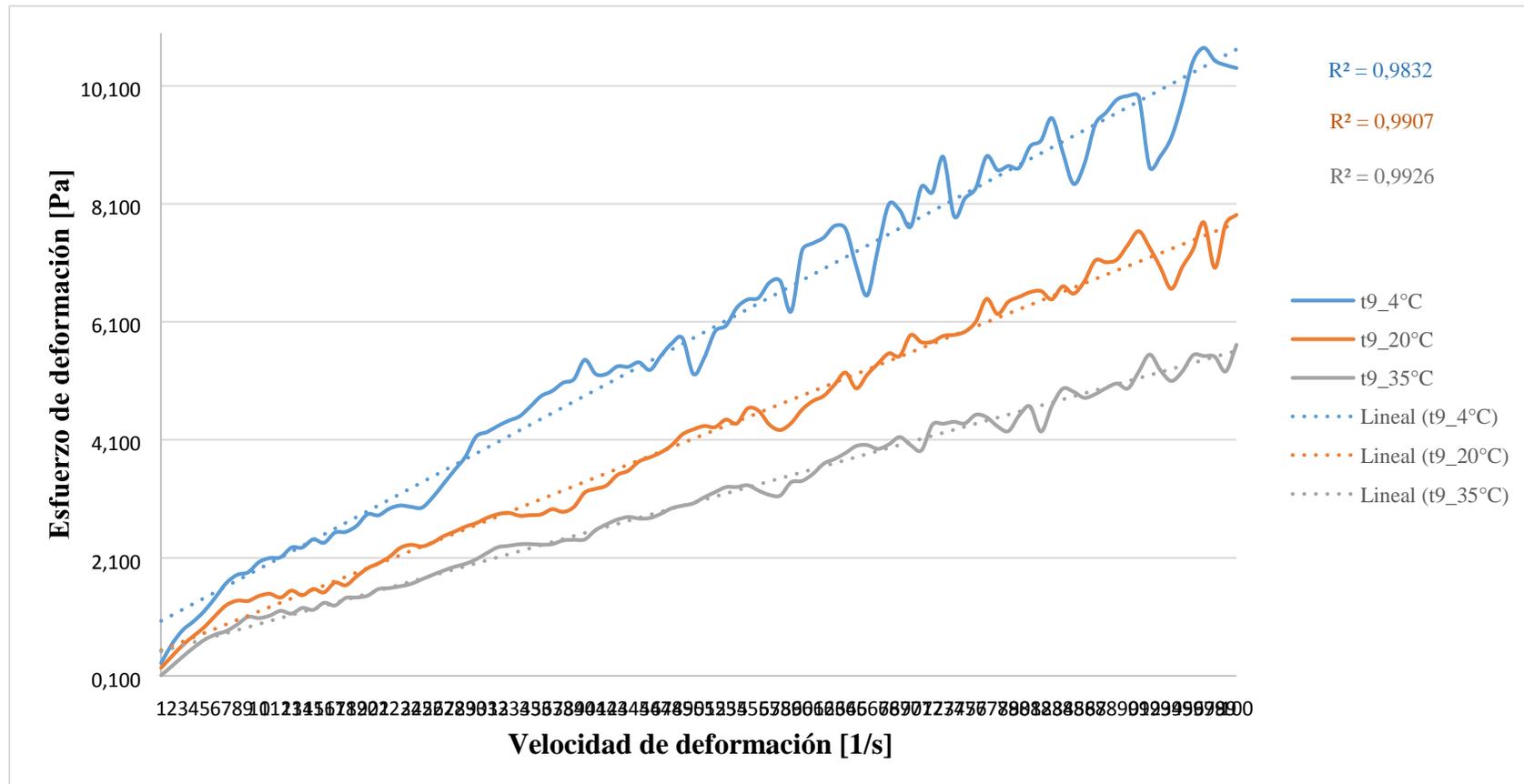
38. Reograma del t4 a 8°C, 20°C y 35°C



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

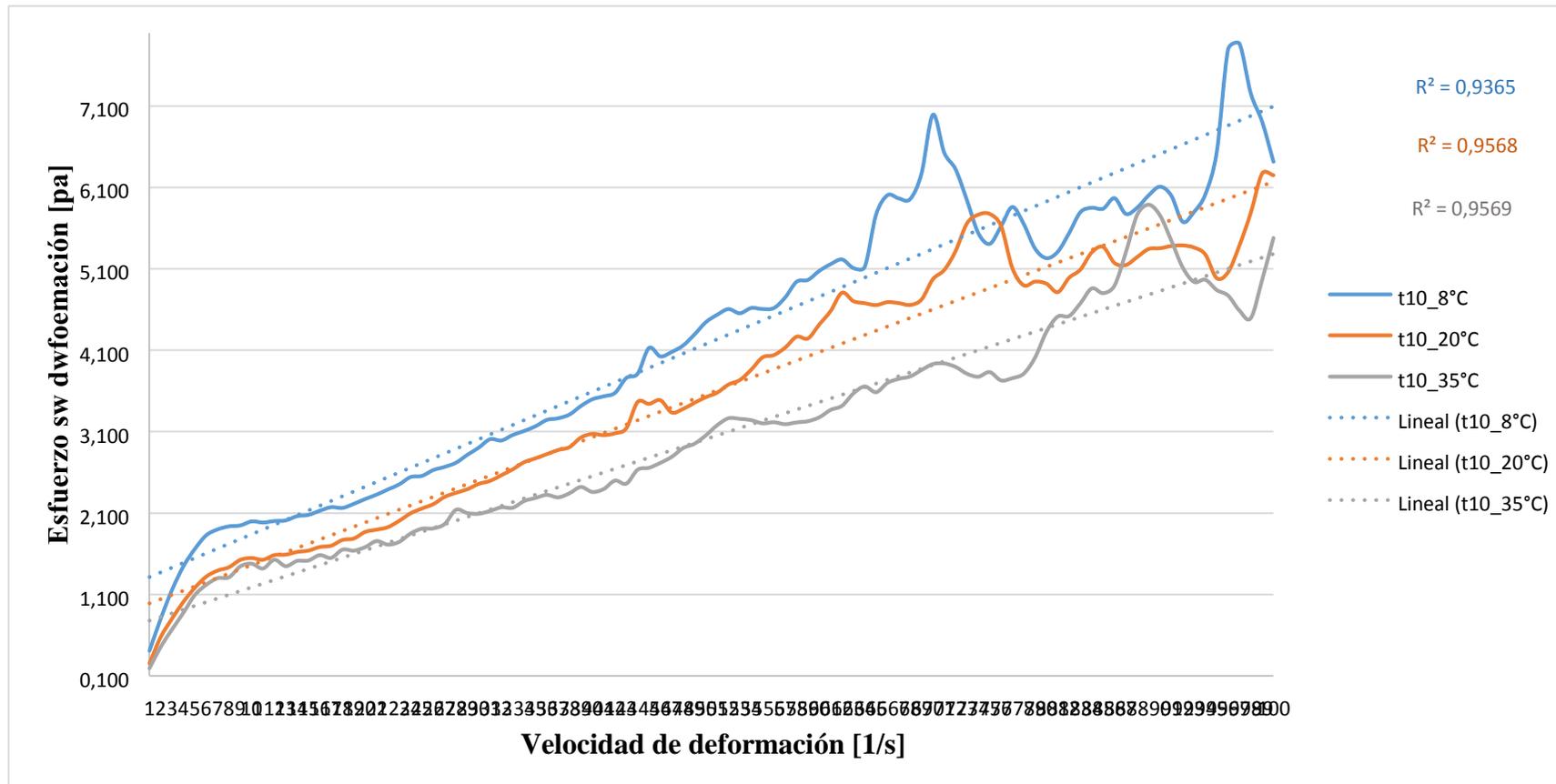
39. Reograma del t9 a 8°C, 20°C y 35°C

GRÁFICO



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto
40. Reograma del t10 a 8°C, 20°C y 35°C

GRÁFICO



Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA 37. Parámetros reológicos determinados

Tratamiento	Viscosidad [mPa*s]			Índice de consistencia [Pa*s^n]			Índice de comportamiento al flujo		
	8°C	20°C	35°C	8°C	20°C	35°C	8°C	20°C	35°C
1 (a1b1c1)	23,475	23,368	17,064	0,019371	0,036012	0,017391	1,044898	0,867098	0,979590
2 (a1b1c2)	59,014	54,707	39,946	0,014707	0,034631	0,017493	1,352067	1,111455	1,213229
4 (a1b2c2)	28,384	21,679	20,839	0,077399	0,074768	0,104007	0,726958	0,613889	0,450024
9 (a3b1c1)	134,905	94,980	70,020	0,347790	0,238634	0,185352	0,733336	0,735305	0,746574
10 (a3b1c2)	111,958	90,448	77,477	0,511556	0,342284	0,308017	0,548462	0,609848	0,593731

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

Interpretación de los resultados

De acuerdo a los valores del índice de comportamiento al flujo calculados con la ayuda de la ecuación de la ley de la potencia, se puede decir que el tratamiento 1 a 8°C es un fluido dilatante, ya que el valor de $n > 1$. Mientras tanto el t1 a 20°C y 35°C presentan un comportamiento pseudoplástico debido a que $n < 1$

Con respecto al t2 se puede decir que las muestras analizadas a las tres temperaturas presentan un comportamiento dilatante, ya que el valor de $n < 1$. Las muestras del tratamiento 3 presentan un comportamiento pseudoplástico ya que $n < 1$.

Las muestras del t4 presentan el valor de $n < 1$, por tanto estos fluidos son pseudoplásticos. De igual manera las muestras del t9 y t10 presentan este tipo de comportamiento.

Por tanto se puede decir de acuerdo a las gráficas de viscosidad, los reogramas y los valores calculados que la temperatura, las concentraciones de extracto de hoja de nopal y de pulpa de maracuyá, los endulzantes y los estabilizantes influyen en el cambio de estos valores, al igual que el cambio de temperaturas, ya que los valores de los parámetros reológicos determinados variaron de acuerdo a la modificación de los mismos

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de hoja de nopal y de maracuyá empleados en la elaboración de la bebida, los estabilizantes y los endulzantes, si influyeron en los parámetros

determinados, por ejemplo la acidez de las muestras variaban de acuerdo a la concentración de pulpa de maracuyá, debido a que esta fruta es ácida en comparación a la hoja de nopal. Con respecto al pH de igual fue variando de acuerdo a la concentración del extracto de la hoja de nopal y de la pulpa de maracuyá. De igual manera los °Brix fueron variando con el uso de hoja de nopal de maracuyá, cabe recalcar que los valores fueron variando de acuerdo al uso de la miel de abeja y de la estevia. De igual manera la densidad de las muestras fue diferente, debido a que los estabilizantes actúan a la vez como espesantes, por tanto la densidad fue diferente en cada tratamiento.

- Los análisis físico químicos de la materia prima efectuados fueron acidez, pH, °Brix y densidad, se pudo evidenciar la gran diferencia tanto en la hoja de nopal como en la maracuyá, debido a que la maracuyá por ser un fruto posee mayor densidad, mayor acidez, menor pH y mayor porcentaje de sólidos solubles en comparación a la hoja de nopal, por tanto estas características físico químicas influyeron en la elaboración de las muestras de bebida.
- Mediante la realización de un análisis sensorial el cual implica el color, apariencia, aroma, sabor y aceptabilidad de la bebida, con la ayuda de varios panelistas de la UODIDE de la Universidad Técnica de Ambato se pudo determinar el mejor tratamiento, siendo este el tratamiento cuatro.
- Las propiedades reológicas determinadas fueron la viscosidad, el índice de comportamiento al flujo y el índice de consistencia a diferentes temperaturas, siendo estas las de 8, 20 y 35°C. La viscosidad a 8°C fue 28,384 [mPa×s], a 20°C fue 21,679 [mPa×s] y a 35°C fue 20,839 [mPa×s]. De igual manera el índice de consistencia fue determinado a 8°C, 20°C y 35°C, cuyos valores fueron 0,077399 [Pa×sⁿ]; 0,0747680 [Pa×sⁿ]; 104007 [Pa×sⁿ] respectivamente. Los valores del índice de comportamiento al flujo fueron 0,726958 a 8°C; 0,613889 a 20°C y 0,450024 a 35°C. Lo cual indica que la bebida tiene un comportamiento pseudoplástico ya que el índice de comportamiento: $n < 1$.
- Los análisis microbiológicos efectuados permitieron establecer el tiempo de vida útil de la bebida, siendo el mismo de 5 meses.
- La bebida puede ser considerada como nutritiva y beneficiosa para la salud, debido a los análisis proximales realizados, este producto puede ser consumido por personas diabéticas, debido a que el endulzante empleado fue la estevia.
- El costo final de producción del mejor tratamiento de la bebida fue de \$32,956 y el precio en una presentación de 500 ml es de \$3,92. Se puede decir que este costo de producción hubiese variado si le empleaba como endulzante la miel de abeja, ya que el costo de la misma es diferente al de la estevia

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el adecuado uso de los materiales de laboratorio empleados en la presente investigación. Los equipos empleados en la presente investigación deben ser usados con cuidado, ya que los mismos son esenciales para la realización de otras investigaciones. Se debe usar la indumentaria adecuada, como por ejemplo en el despinado de las hojas de nopal se debe usar guantes y gafas, debido a

que existe un riesgo con las espinas. Al momento de la realización de los análisis se debe usar mandil, guantes de nitrilo, mascarilla.

- Al elaborar la bebida para asegurar la asepsia del producto elaborado se debe tener las máximas condiciones de limpieza y desinfección de los materiales y equipos empleados. Se recomienda usar un antiespumante debido a que la formación de espuma dificulta la realización de los análisis y la presentación final de la bebida.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- BADUI, Salvador. Química de los Alimentos. Pearson (ed.lit), (2006). México. Pags. (76, 98).
- DURÁN, Felipe. Manual del Ingeniero en Alimentos. Grupo Latina Ltda. (ed.lit). (2007). Cartagena. Pags. 199,200.
- GUEVARA, Juan Carlos. Tecnología poscosecha y sus efectos biofuncionales del nopal y la tuna. Trillas (ed.lit). (2013). 236 p.
- GUTIÉRREZ, Abraham. Curso de anteproyectos y proyectos de investigación. (2005). AGM. Didáctica (ed.lit). Quito Ecuador.
- IBARZ, Albert, BARBOSA Gustavo. Operaciones Unitarias en la Industria de Alimentos. Mundi Prensa (ed.lit), 2005. Madrid, Barcelona, Mexico. Pags. 129137
- ALVARADO, Juan de Dios. Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. (2014). Segunda edición. Ambato Ecuador.
- SINGH, Paul, HELDMAN, Dennis. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. (1997). Editorial Acribia. Zaragoza España
- SÁENZ, Carmen. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. (2006). Roma Italia.
- YUNIEL, Martin. Documentos técnico-normalizativos para el control de la calidad sensorial de la miel de abeja. (2009). La Habana. Pag. 12
- ALTERNATIVO, U. E. N. (2011). Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la Stevia rebaudiana Bertoni: producción, consumo y demanda potencial. Agroalimentaria, 17(32), 57-69.
- DURÁN, S., CORDÓN, K., & RODRÍGUEZ, M. d. P. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. Revista chilena de nutrición, 40(3), 309-314.
- IBÁÑEZ, F., TORRE, P., & IRIGOYEN, A. (2003). Aditivos alimentarios. Área de nnnnNutrición y Bromatología, Universidad Pública de Navarra.
- LEÓN-MARTÍNEZ, F. M., CANO-BARRITA, P. F. d. J., LAGUNEZRIVERA, L., & MEDINA-TORRES, L. (2014). Study of nopal mucilage and marine brown

algae extract as viscosity-enhancing admixtures for cement based materials. *Construction and Building Materials*, 53, 190-202. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.068>

- MEDINA-TORRES, L., GALLEGOS-INFANTE, J. A., GONZALEZ-

LAREDO, R. F., & ROCHA-GUZMAN, N. E. (2008). Drying kinetics of nopal (*Opuntia ficus-indica*) using three different methods and their effect on their mechanical properties. *LWT - Food Science and Technology*, 41(7), 1183-1188.

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.016>

- MONSALVO VÁZQUEZ, R., & ROMERO SÁNCHEZ, M. d. R. (2014).

Balance de materia y energía: procesos industriales. México, D.F., MX:

Larousse - Grupo Editorial Patria.

- OROZCO ALVAREZ, C., YÁÑEZ FERNÁNDEZ, J., & GARCÍA SALAS, S.

(2010). Ultrafiltración de jugo de nopal. Cuba Farmacia Alimentos 2004, VII Encuentro Ibero Americano sobre las Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias.

- SCHMIDT HEBBEL, H. (1990). Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos: aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUNDIZ – BONILLA, L. El género *Selaginella* Pal. Beauv. (SELAGINELLACEAE, LYCOPODIOPHYTA) en el oeste del Estado de

México (1990). *Acta Botánica Mexicana*. No II. Instituto de Ecología. Pp 23-47.

- ALMEIDA, Santiago y BÁEZ, Santiago, “Elaboración y evaluación de conservas en almíbar y salmuera a partir de penca de nopal (*Opuntia ficus indica*), investigación realizada en la Universidad Técnica del Norte, de la ciudad de Ibarra, (2009).

- AMAYA, Julio, “EL CULTIVO DEL MARACUYÁ” *Passiflora edulis* form.

Flavicarpa. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 2009, 30p.

- BARZALLO, Mayra Elizabeth y CHICAIZA Gloria del Rocío, “Elaboración de una bebida refrescante a base de tuna (*Opuntia ficus*), evaluando dos variedades, tres concentraciones y dos conservantes”. Universidad Técnica de Cotopaxi de la ciudad de Latacunga, (2008).

- BRAVO, SHEINVAR, BABERA, SUDZUQUI Y GRANADOS, Citado del libro de SÁENZ, Carmen. Utilización agroindustrial del nopal. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. 2006. Roma Italia.

- MENA, Gabriela y QUIROZ Sandra, “Obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*), a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos”, Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra. (2011).

- PANCHI, Nataly Araceli, “Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA – XT2i”, (2013)

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA

TABLA A 1. Determinación de acidez del extracto de la hoja de nopal

Réplica	Acidez (% ác. cítrico)
1	0,26
2	0,25
3	0,25
4	0,25
Promedio	$0,26 \pm 0,005$

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 2. Determinación de pH del extracto de la hoja de nopal

Réplica	pH	Temperatura (°C)
1	5,53	20
2	5,54	21
3	5,55	21
4	5,55	21
5	5,55	22
Promedio	$5,54 \pm 0,009$	$21 \pm 0,8$

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 3. Determinación de densidad del extracto de la hoja de nopal

Réplica	Densidad (g/ml)
1	0,981
2	0,980
3	0,982
4	0,982
Promedio	$0,982 \pm 0,001$

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 4. Determinación de °Brix del extracto de la hoja de nopal

Réplica	°Brix
1	2,9
2	3
3	2,9
4	3
5	3
Promedio	$2,96 \pm 0,05$

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 5. Determinación de acidez de maracuyá

Réplica	Acidez (% ác. cítrico)
1	4,07
2	4,06
3	4,05
4	4,05
Promedio	4,06 ±

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 6. Determinación de pH maracuyá

Réplica	pH	Temperatura (°C)
1	3,05	21,4
2	3,06	21,7
3	3,08	22,2
4	3,08	22,7
5	3,06	23,3
Promedio	3,07 ±	22,26 ±

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 7. Determinación de densidad maracuyá

Réplica	Densidad (g/ml)
1	1,058
2	1,053
3	1,064
4	1,058
Promedio	1,0582 ±

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA A 8. Determinación de °Bri maracuyá

Réplica	°Brix
1	14,7
2	14,9
3	14,8
4	14,9
5	14,8

Promedio	14,82 ±
----------	---------

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

ANEXO B: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS 12 TRATAMIENTOS

TABLA B 1. Resultados de la determinación de acidez

N°	TRATAMIENTOS	RÉPLICA 1 [%Ac.Cítrico]	RÉPLICA 1 [%Ac.Cítrico]	RÉPLICA 1 [%Ac.Cítrico]	*PROMEDIO [%Ac.Cítrico]	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	a1b1c1	2,041	1,893	1,918	1,950 ^a	±0,079
2	a1b1c2	1,744	1,632	1,685	1,687 ^a	±0,056
3	a1b1c1	1,755	1,699	1,725	1,726 ^a	±0,028
4	a1b2c2	1,831	1,927	1,930	1,896 ^a	±0,056
5	a2b1c1	1,962	1,907	1,854	1,908 ^b	±0,054
6	a2b1c2	1,789	1,756	1,778	1,774 ^b	±0,017
7	a2b2c1	1,759	1,824	1,953	1,845 ^b	±0,099
8	a2b2c2	1,883	1,934	1,977	1,931 ^b	±0,047
9	a3b1c1	1,117	1,091	1,119	1,109 ^c	±0,016
10	a3b1c2	1,150	1,158	1,183	1,164 ^c	±0,018
11	a3b2c1	1,297	1,198	1,273	1,256 ^c	±0,052
12	a3b2c2	1,156	1,149	1,167	1,157 ^c	±0,009

a1: 12,5:87,5 ; a2: 25:75 ; a3: 50:50 ; b1: CMC ; b2: Goma Xantán ; c1: Miel de abeja ; c2: Estevia

* Superíndices diferentes muestras diferencia significativa prueba Tukey al 5%

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto **TABLA B 2.**

Resultados de la determinación de pH

N°	TRATAMIENTOS	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	*PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	a1b1c1	3,29	3,28	3,27	3,28 ^a	±0,01
2	a1b1c2	3,34	3,33	3,3	3,32 ^a	±0,02
3	a1b1c1	3,39	3,36	3,38	3,38 ^a	±0,02
4	a1b2c2	3,19	3,18	3,2	3,19 ^a	±0,01
5	a2b1c1	3,6	3,63	3,62	3,62 ^b	±0,02
6	a2b1c2	3,67	3,69	3,66	3,67 ^b	±0,02
7	a2b2c1	3,61	3,59	3,62	3,61 ^b	±0,02
8	a2b2c2	3,6	3,58	3,61	3,60 ^b	±0,02
9	a3b1c1	3,47	3,46	3,45	3,46 ^c	±0,01
10	a3b1c2	3,34	3,33	3,34	3,34 ^c	±0,01
11	a3b2c1	3,25	3,28	3,26	3,26 ^c	±0,02
12	a3b2c2	3,19	3,21	3,22	3,21 ^c	±0,02

a1: 12,5:87,5 ; a2: 25:75 ; a3: 50:50 ; b1: CMC ; b2: Goma Xantán ; c1: Miel de abeja ; c2: Estevia

* Superíndices diferentes muestras diferencia significativa prueba Tukey al 5%

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA B 3. Resultados de la determinación de °Brix

N°	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	*PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	13,1	13,2	13,6	13,3 ^a	±0,3
2	6,7	6,5	6,8	6,7 ^a	±0,2
3	13,4	13,2	13,1	13,2 ^a	±0,2
4	7,4	7,2	7,3	7,3 ^a	±0,1
5	13,2	13,4	13,1	13,2 ^b	±0,2
6	7,1	6,9	7,2	7,1 ^b	±0,2
7	13,6	13,8	13,5	13,6 ^b	±0,2
8	6,9	6,8	7,1	6,9 ^b	±0,2
9	13,4	13,2	13,3	13,3 ^c	±0,1
10	6,4	6,2	6,1	6,2 ^c	±0,2
11	13,2	13,5	13,4	13,4 ^c	±0,2
12	7,2	6,8	6,7	6,9 ^c	±0,3

a1: 12,5:87,5 ; a2: 25:75 ; a3: 50:50 ; b1: CMC ; b2: Goma Xantan ; c1: Miel de abeja ; c2: Estevia
 * Superíndices diferentes muestras diferencia significativa prueba Tukey al 5%

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto **TABLA B 4.**
 Resultados de la determinación de densidad

N°	RÉPLICA 1 [g/ml]	RÉPLICA 2 [g/ml]	RÉPLICA 3 [g/ml]	*PROMEDIO [g/ml]	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	1,030	1,038	1,047	1,039	±0,008
2	1,024	1,043	1,055	1,041	±0,016
3	1,022	1,022	1,027	1,024	±0,003
4	1,044	1,019	1,048	1,037	±0,016
5	1,036	1,039	1,042	1,039	±0,003
6	1,023	1,029	1,025	1,026	±0,003
7	1,032	1,037	1,044	1,038	±0,006
8	1,045	1,039	1,042	1,042	±0,003
9	1,043	1,058	1,062	1,054	±0,010
10	1,065	1,052	1,032	1,050	±0,016
11	1,058	1,062	1,066	1,062	±0,004
12	1,066	1,061	1,054	1,060	±0,006

a1: 12,5:87,5 ; a2: 25:75 ; a3: 50:50 ; b1: CMC ; b2: Goma Xantan ; c1: Miel de abeja ; c2: Estevia
 * Superíndices diferentes muestras diferencia significativa prueba Tukey al 5%

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

TABLA C 1. ANOVA del indicador color de los 12 tratamientos

	Suma de	Cuadrado	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
	Cuadrados	Medio				
A: TRATAMIENTOS	2,42 11	0,22	1,87	0,05		
B: CATADORES	19,14 9	2,13	18,08	0,00		
RESIDUOS	11,64 99	0,12				
TOTAL (CORREGIDO)	33,20 119					
Coeficiente de variación		11,35				

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 2. ANOVA del indicador apariencia de los 12 tratamientos

	Suma de	Cuadrado	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
	Cuadrados	Medio				
A: TRATAMIENTOS	31,72 11	2,88	14,96	0,00		
B: CATADORES	25,58 9	2,84	14,75	0,00		
RESIDUOS	19,08 99	0,19				
TOTAL (CORREGIDO)	76,37 119					
Coeficiente de variación		14,80				

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 3. ANOVA del indicador aroma de los 12 tratamientos

	Suma de	Cuadrado	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
	Cuadrados	Medio				
A: TRATAMIENTOS	12,08 11	1,10	4,68	0,00		
B: CATADORES	25,83 9	2,87	12,24	0,00		
RESIDUOS	23,22 99	0,23				
TOTAL (CORREGIDO)	61,13 119					
Coeficiente de variación		14,35				

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 4. ANOVA del indicador sabor de los 12 tratamientos

	Suma de	Cuadrado	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
	Cuadrados	Medio				
A: TRATAMIENTOS	13,62 11	1,24	2,99	0,0018		
B: CATADORES	14,09 9	1,57	3,78	0,0004		
RESIDUOS	40,94 99	0,41				
TOTAL (CORREGIDO)	68,65 119					

Coefficiente de variación 20,94

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 5. ANOVA del indicador aceptabilidad de los 12 tratamientos

	Suma de	Cuadrado			
	Cuadrados	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
		Medio			
A: TRATAMIENTOS	23,92	11	2,17	4,84	0,0000
B: CATADORES	15,05	9	1,67	3,72	0,0005
RESIDUOS	44,47	99		0,45	
TOTAL (CORREGIDO)	83,45	119			

Coefficiente de variación 23,14

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 6. ANOVA del indicador color de los 5 mejores tratamientos

	Suma de	Cuadrado			
Fuente	Razón-F	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
	Cuadrados	Medio			
A: TRATAMIENTOS	6,24	4	1,56	7,07	0,0003
B: CATADORES	5,51	9	0,61	2,77	0,0141
RESIDUOS	7,95	36		0,22	
TOTAL (CORREGIDO)	19,71	49			

Coefficiente de Variación 16,96

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 7. ANOVA del indicador apariencia de los 5 mejores tratamientos

	Suma de	Cuadrado			
	Cuadrados	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
		Medio			
A: TRATAMIENTOS	23,24	4	5,81	50,03	0,0000
B: CATADORES	5,43	9	0,60	5,19	0,0002
RESIDUOS	4,18	36		0,12	
TOTAL (CORREGIDO)	32,85	49			

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 8. ANOVA del indicador aroma de los 5 mejores tratamientos

	Suma de	Cuadrado			
	Cuadrados	Fuente	GI	Razón-F	Valor-P
		Medio			
A: TRATAMIENTOS	16,04	4	4,01	22,70	0,000
B: CATADORES	3,73	9	0,41	2,34	0,034
RESIDUOS	6,36	36		0,18	
TOTAL (CORREGIDO)	26,13	49			

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 9. ANOVA del indicador sabor de los 5 mejores tratamientos

Fuente	Gl	Suma de Razón-F Cuadrados	Cuadrado Valor-P Medio		
A: TRATAMIENTOS	4,83	4 1,21	4,47	0,005	
B: CATADORES	6,30	9 0,70	2,59	0,021	
RESIDUOS	9,73 36	0,27			
TOTAL (CORREGIDO)		20,87 49			

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA C 10. ANOVA del indicador aceptabilidad de los 5 mejores tratamientos

Fuente	Gl	Suma de Razón-F Cuadrados	Cuadrado Valor-P Medio		
A: TRATAMIENTOS	4,59	4 1,15	4,17	0,007	
B: CATADORES	5,24	9 0,58	2,12	0,054	
RESIDUOS	9,91 36	0,28			
TOTAL (CORREGIDO)		19,74 49			

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

ANEXO D: ANÁLISIS REOLÓGICOS

TABLA D 1. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 8°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	Pa.s	Pa.		
1	1	24,940	0,025	0,025	-1,603104	0,000000
2	2	15,857	0,016	0,032	-1,498749	0,301030
3	3	20,030	0,020	0,060	-1,221198	0,477121
4	4	24,785	0,025	0,099	-1,003751	0,602060
5	5	36,000	0,036	0,180	-0,744727	0,698970
6	6	43,964	0,044	0,264	-0,578752	0,778151
7	7	39,153	0,039	0,274	-0,562137	0,845098
8	8	24,456	0,024	0,196	-0,708525	0,903090
9	9	28,032	0,028	0,252	-0,598103	0,954243
10	10	34,056	0,034	0,341	-0,467806	1,000000
11	11	22,740	0,023	0,250	-0,601817	1,041393
12	12	26,358	0,026	0,316	-0,499906	1,079181
13	13	25,586	0,026	0,333	-0,478054	1,113943

14	14	20,931	0,021	0,293	-0,533082	1,146128
15	15	24,958	0,025	0,374	-0,426699	1,176091
16	16	20,340	0,020	0,325	-0,487529	1,204120
17	17	21,330	0,021	0,363	-0,440560	1,230449
18	18	21,361	0,021	0,384	-0,415106	1,255273
19	19	17,024	0,017	0,323	-0,490185	1,278754
20	20	21,972	0,022	0,439	-0,357100	1,301030
21	21	19,463	0,019	0,409	-0,388571	1,322219
22	22	15,892	0,016	0,350	-0,456399	1,342423
23	23	17,844	0,018	0,410	-0,386780	1,361728
24	24	20,097	0,020	0,482	-0,316658	1,380211
25	25	18,522	0,019	0,463	-0,334372	1,397940
26	26	16,545	0,017	0,430	-0,366360	1,414973
27	27	15,073	0,015	0,407	-0,390437	1,431364
28	28	14,331	0,014	0,401	-0,396565	1,447158
29	29	14,088	0,014	0,409	-0,388753	1,462398
30	30	14,035	0,014	0,421	-0,375666	1,477121
31	31	13,727	0,014	0,426	-0,371063	1,491362
32	32	13,768	0,014	0,441	-0,355979	1,505150
33	33	14,493	0,014	0,478	-0,320328	1,518514
34	34	15,827	0,016	0,538	-0,269122	1,531479
35	35	16,844	0,017	0,590	-0,229487	1,544068
36	36	16,939	0,017	0,610	-0,214810	1,556303
37	37	15,289	0,015	0,566	-0,247419	1,568202
38	38	15,004	0,015	0,570	-0,244009	1,579784
39	39	17,315	0,017	0,675	-0,170513	1,591065
40	40	17,628	0,018	0,705	-0,151737	1,602060
41	41	16,347	0,016	0,670	-0,173778	1,612784
42	42	18,675	0,019	0,784	-0,105490	1,623249
43	43	17,314	0,017	0,745	-0,128134	1,633468
44	44	19,003	0,019	0,836	-0,077725	1,643453
45	45	18,927	0,019	0,852	-0,069706	1,653213
46	46	20,247	0,020	0,931	-0,030881	1,662758
47	47	20,069	0,020	0,943	-0,025376	1,672098
48	48	21,839	0,022	1,048	0,020474	1,681241
49	49	21,126	0,021	1,035	0,015013	1,690196
50	50	22,103	0,022	1,105	0,043421	1,698970
51	51	22,704	0,023	1,158	0,063673	1,707570
52	52	22,100	0,022	1,149	0,060396	1,716003
53	53	22,105	0,022	1,172	0,068766	1,724276
54	54	23,022	0,023	1,243	0,094537	1,732394
55	55	23,385	0,023	1,286	0,109300	1,740363
56	56	23,098	0,023	1,293	0,111762	1,748188

57	57	22,698	0,023	1,294	0,111862	1,755875
58	58	23,106	0,023	1,340	0,127153	1,763428
59	59	23,911	0,024	1,411	0,149450	1,770852
60	60	24,599	0,025	1,476	0,169069	1,778151
61	61	24,581	0,025	1,499	0,175929	1,785330
62	62	24,726	0,025	1,533	0,185546	1,792392
63	63	24,391	0,024	1,537	0,186570	1,799341
64	64	24,436	0,024	1,564	0,194210	1,806180
65	65	24,735	0,025	1,608	0,206225	1,812913
66	66	24,274	0,024	1,602	0,204685	1,819544
67	67	24,834	0,025	1,664	0,221121	1,826075
68	68	24,153	0,024	1,642	0,215480	1,832509
69	69	24,735	0,025	1,707	0,232161	1,838849
70	70	26,275	0,026	1,839	0,264641	1,845098
71	71	25,626	0,026	1,819	0,259939	1,851258
72	72	25,269	0,025	1,819	0,259921	1,857332
73	73	26,990	0,027	1,970	0,294526	1,863323
74	74	25,519	0,026	1,888	0,276095	1,869232
75	75	27,454	0,027	2,059	0,313667	1,875061
76	76	26,202	0,026	1,991	0,299148	1,880814
77	77	27,632	0,028	2,128	0,327903	1,886491
78	78	26,588	0,027	2,074	0,316780	1,892095
79	79	26,731	0,027	2,112	0,324642	1,897627
80	80	27,651	0,028	2,212	0,344801	1,903090
81	81	27,092	0,027	2,194	0,341326	1,908485
82	82	26,630	0,027	2,184	0,339185	1,913814
83	83	28,304	0,028	2,349	0,370926	1,919078
84	84	28,940	0,029	2,431	0,385778	1,924279
85	85	28,826	0,029	2,450	0,389203	1,929419
86	86	27,692	0,028	2,382	0,376853	1,934498
87	87	27,350	0,027	2,379	0,376477	1,939519
88	88	27,623	0,028	2,431	0,385754	1,944483
89	89	28,458	0,028	2,533	0,403594	1,949390
90	90	28,572	0,029	2,571	0,410183	1,954243
91	91	27,635	0,028	2,515	0,400501	1,959041
92	92	28,131	0,028	2,588	0,412973	1,963788
93	93	28,224	0,028	2,625	0,419102	1,968483
94	94	28,367	0,028	2,666	0,425941	1,973128
95	95	29,495	0,029	2,802	0,447472	1,977724
96	96	30,351	0,030	2,914	0,464444	1,982271
97	97	30,228	0,030	2,932	0,467181	1,986772
98	98	28,844	0,029	2,827	0,451282	1,991226
99	99	30,241	0,030	2,994	0,476231	1,995635

100	100	30,692	0,031	3,069	0,487025	2,000000
-----	-----	--------	-------	-------	----------	----------

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 2. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 20°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	Pa.s	Pa		
1	1	67,512	0,068	0,068	-1,170617	0,000000
2	2	61,405	0,061	0,123	-0,910769	0,301030
3	3	59,067	0,059	0,177	-0,751536	0,477121
4	4	51,687	0,052	0,207	-0,684556	0,602060
5	5	42,358	0,042	0,212	-0,674095	0,698970
6	6	33,336	0,033	0,200	-0,698935	0,778151
7	7	30,718	0,031	0,215	-0,667504	0,845098
8	8	35,342	0,035	0,283	-0,548615	0,903090
9	9	32,123	0,032	0,289	-0,538937	0,954243
10	10	24,688	0,025	0,247	-0,607520	1,000000
11	11	27,844	0,028	0,306	-0,513870	1,041393
12	12	25,326	0,025	0,304	-0,517258	1,079181
13	13	22,214	0,022	0,289	-0,539436	1,113943
14	14	24,413	0,024	0,342	-0,466245	1,146128
15	15	19,686	0,020	0,295	-0,529759	1,176091
16	16	22,548	0,023	0,361	-0,442772	1,204120
17	17	18,822	0,019	0,320	-0,494893	1,230449
18	18	19,286	0,019	0,347	-0,459485	1,255273
19	19	20,055	0,020	0,381	-0,419024	1,278754
20	20	16,485	0,016	0,330	-0,481890	1,301030
21	21	17,982	0,018	0,378	-0,422935	1,322219
22	22	18,691	0,019	0,411	-0,385945	1,342423
23	23	16,270	0,016	0,374	-0,426885	1,361728
24	24	14,835	0,015	0,356	-0,448511	1,380211
25	25	15,619	0,016	0,390	-0,408407	1,397940

26	26	16,381	0,016	0,426	-0,370695	1,414973
27	27	16,637	0,017	0,449	-0,347553	1,431364
28	28	16,431	0,016	0,460	-0,337178	1,447158
29	29	16,007	0,016	0,464	-0,333283	1,462398
30	30	15,694	0,016	0,471	-0,327154	1,477121
31	31	15,537	0,016	0,482	-0,317271	1,491362
32	32	15,521	0,016	0,497	-0,303940	1,505150
33	33	15,329	0,015	0,506	-0,295963	1,518514
34	34	14,598	0,015	0,496	-0,304228	1,531479
35	35	13,859	0,014	0,485	-0,314190	1,544068
36	36	13,479	0,013	0,485	-0,314053	1,556303
37	37	14,453	0,014	0,535	-0,271830	1,568202
38	38	15,305	0,015	0,582	-0,235383	1,579784
39	39	14,550	0,015	0,567	-0,246072	1,591065
40	40	14,818	0,015	0,593	-0,227160	1,602060
41	41	16,482	0,016	0,676	-0,170206	1,612784
42	42	15,841	0,016	0,665	-0,176968	1,623249
43	43	17,150	0,017	0,737	-0,132259	1,633468
44	44	17,398	0,017	0,766	-0,116040	1,643453
45	45	17,910	0,018	0,806	-0,093700	1,653213
46	46	18,330	0,018	0,843	-0,074080	1,662758
47	47	19,314	0,019	0,908	-0,042030	1,672098
48	48	18,939	0,019	0,909	-0,041409	1,681241
49	49	20,093	0,020	0,985	-0,006759	1,690196
50	50	20,041	0,020	1,002	0,000889	1,698970
51	51	20,332	0,020	1,037	0,015757	1,707570
52	52	20,805	0,021	1,082	0,034171	1,716003
53	53	21,014	0,021	1,114	0,046791	1,724276
54	54	20,958	0,021	1,132	0,053751	1,732394
55	55	20,946	0,021	1,152	0,061464	1,740363
56	56	21,365	0,021	1,196	0,077884	1,748188
57	57	21,719	0,022	1,238	0,092708	1,755875
58	58	21,790	0,022	1,264	0,101685	1,763428

59	59	22,284	0,022	1,315	0,118839	1,770852
60	60	22,066	0,022	1,324	0,121881	1,778151
61	61	22,083	0,022	1,347	0,129388	1,785330
62	62	22,230	0,022	1,378	0,139325	1,792392
63	63	22,344	0,022	1,408	0,148508	1,799341
64	64	22,359	0,022	1,431	0,155626	1,806180
65	65	22,593	0,023	1,469	0,166881	1,812913
66	66	22,664	0,023	1,496	0,174880	1,819544
67	67	22,745	0,023	1,524	0,182961	1,826075
68	68	23,066	0,023	1,569	0,195487	1,832509
69	69	23,196	0,023	1,601	0,204256	1,838849
70	70	23,238	0,023	1,627	0,211291	1,845098
71	71	23,303	0,023	1,655	0,218670	1,851258
72	72	24,002	0,024	1,728	0,237586	1,857332
73	73	23,078	0,023	1,685	0,226521	1,863323
74	74	24,054	0,024	1,780	0,250425	1,869232
75	75	23,377	0,023	1,753	0,243850	1,875061
76	76	24,799	0,025	1,885	0,275242	1,880814
77	77	23,753	0,024	1,829	0,262215	1,886491
78	78	24,490	0,024	1,910	0,281077	1,892095
79	79	24,476	0,024	1,934	0,286362	1,897627
80	80	24,137	0,024	1,931	0,285773	1,903090
81	81	24,689	0,025	2,000	0,300994	1,908485
82	82	24,515	0,025	2,010	0,303240	1,913814
83	83	23,871	0,024	1,981	0,296955	1,919078
84	84	24,187	0,024	2,032	0,307861	1,924279
85	85	24,992	0,025	2,124	0,327220	1,929419
86	86	25,493	0,025	2,192	0,340914	1,934498
87	87	25,622	0,026	2,229	0,348138	1,939519
88	88	25,561	0,026	2,249	0,352055	1,944483
89	89	25,490	0,025	2,269	0,355760	1,949390
90	90	25,275	0,025	2,275	0,356928	1,954243
91	91	25,735	0,026	2,342	0,369560	1,959041

92	92	25,697	0,026	2,364	0,373670	1,963788
93	93	25,975	0,026	2,416	0,383039	1,968483
94	94	26,369	0,026	2,479	0,394222	1,973128
95	95	25,940	0,026	2,464	0,391694	1,977724
96	96	25,735	0,026	2,471	0,392790	1,982271
97	97	25,510	0,026	2,475	0,393488	1,986772
98	98	26,288	0,026	2,576	0,410978	1,991226
99	99	26,293	0,026	2,603	0,415470	1,995635
100	100	25,854	0,026	2,585	0,412522	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 3. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T1 a 35°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	Pa.s	Pa		
1	1	5,344	0,005	0,005	-2,272121	0,000000
2	2	24,755	0,025	0,050	-1,305307	0,301030
3	3	42,680	0,043	0,128	-0,892654	0,477121
4	4	48,501	0,049	0,194	-0,712189	0,602060
5	5	43,809	0,044	0,219	-0,659467	0,698970
6	6	30,981	0,031	0,186	-0,730760	0,778151
7	7	20,805	0,021	0,146	-0,836734	0,845098
8	8	27,324	0,027	0,219	-0,660366	0,903090
9	9	28,770	0,029	0,259	-0,586825	0,954243
10	10	16,442	0,016	0,164	-0,784045	1,000000
11	11	19,603	0,020	0,216	-0,666296	1,041393
12	12	21,749	0,022	0,261	-0,583379	1,079181
13	13	13,433	0,013	0,175	-0,757884	1,113943
14	14	20,532	0,021	0,287	-0,541441	1,146128
15	15	11,508	0,012	0,173	-0,762909	1,176091
16	16	18,418	0,018	0,295	-0,530649	1,204120
17	17	11,233	0,011	0,191	-0,719075	1,230449
18	18	15,258	0,015	0,275	-0,561244	1,255273
19	19	13,851	0,014	0,263	-0,579765	1,278754

20	20	9,638	0,010	0,193	-0,715001	1,301030
21	21	14,288	0,014	0,300	-0,522824	1,322219
22	22	13,336	0,013	0,293	-0,532552	1,342423
23	23	9,624	0,010	0,221	-0,654937	1,361728
24	24	9,403	0,009	0,226	-0,646506	1,380211
25	25	11,481	0,011	0,287	-0,542099	1,397940
26	26	12,868	0,013	0,335	-0,475516	1,414973
27	27	12,776	0,013	0,345	-0,462241	1,431364
28	28	12,069	0,012	0,338	-0,471171	1,447158
29	29	11,626	0,012	0,337	-0,472172	1,462398
30	30	11,407	0,011	0,342	-0,465726	1,477121
31	31	11,693	0,012	0,362	-0,440712	1,491362
32	32	12,073	0,012	0,386	-0,413053	1,505150
33	33	12,248	0,012	0,404	-0,393439	1,518514
34	34	11,678	0,012	0,397	-0,401153	1,531479
35	35	10,402	0,010	0,364	-0,438815	1,544068
36	36	9,374	0,009	0,337	-0,471756	1,556303
37	37	10,500	0,011	0,389	-0,410609	1,568202
38	38	12,314	0,012	0,468	-0,329835	1,579784
39	39	11,460	0,011	0,447	-0,349751	1,591065
40	40	10,381	0,010	0,415	-0,381722	1,602060
41	41	12,820	0,013	0,526	-0,279345	1,612784
42	42	11,958	0,012	0,502	-0,299110	1,623249
43	43	12,374	0,012	0,532	-0,274021	1,633468
44	44	13,556	0,014	0,596	-0,224416	1,643453
45	45	13,045	0,013	0,587	-0,231360	1,653213
46	46	13,988	0,014	0,643	-0,191502	1,662758
47	47	13,706	0,014	0,644	-0,191007	1,672098
48	48	13,812	0,014	0,663	-0,178518	1,681241
49	49	15,075	0,015	0,739	-0,131561	1,690196
50	50	14,328	0,014	0,716	-0,144844	1,698970
51	51	14,906	0,015	0,760	-0,119069	1,707570
52	52	15,637	0,016	0,813	-0,089843	1,716003
53	53	15,522	0,016	0,823	-0,084776	1,724276
54	54	15,319	0,015	0,827	-0,082390	1,732394
55	55	15,494	0,015	0,852	-0,069488	1,740363
56	56	15,873	0,016	0,889	-0,051153	1,748188

57	57	16,191	0,016	0,923	-0,034851	1,755875
58	58	16,185	0,016	0,939	-0,027459	1,763428
59	59	15,999	0,016	0,944	-0,025055	1,770852
60	60	15,968	0,016	0,958	-0,018598	1,778151
61	61	16,194	0,016	0,988	-0,005329	1,785330
62	62	16,359	0,016	1,014	0,006135	1,792392
63	63	16,446	0,016	1,036	0,015388	1,799341
64	64	16,442	0,016	1,052	0,022121	1,806180
65	65	17,004	0,017	1,105	0,043452	1,812913
66	66	17,004	0,017	1,122	0,050095	1,819544
67	67	16,369	0,016	1,097	0,040097	1,826075
68	68	16,734	0,017	1,138	0,056109	1,832509
69	69	17,749	0,018	1,225	0,088011	1,838849
70	70	17,507	0,018	1,225	0,088310	1,845098
71	71	17,067	0,017	1,212	0,083403	1,851258
72	72	18,053	0,018	1,300	0,113882	1,857332
73	73	17,159	0,017	1,253	0,097815	1,863323
74	74	18,358	0,018	1,358	0,133045	1,869232
75	75	17,494	0,017	1,312	0,117938	1,875061
76	76	18,387	0,018	1,397	0,145324	1,880814
77	77	17,394	0,017	1,339	0,126878	1,886491
78	78	18,831	0,019	1,469	0,166956	1,892095
79	79	17,682	0,018	1,397	0,145158	1,897627
80	80	17,898	0,018	1,432	0,155882	1,903090
81	81	18,972	0,019	1,537	0,186598	1,908485
82	82	18,134	0,018	1,487	0,172295	1,913814
83	83	17,672	0,018	1,467	0,166352	1,919078
84	84	18,450	0,018	1,550	0,190264	1,924279
85	85	19,372	0,019	1,647	0,216593	1,929419
86	86	20,320	0,020	1,748	0,242422	1,934498
87	87	19,438	0,019	1,691	0,228171	1,939519
88	88	19,306	0,019	1,699	0,230164	1,944483
89	89	19,125	0,019	1,702	0,230980	1,949390
90	90	19,455	0,019	1,751	0,243263	1,954243
91	91	20,178	0,020	1,836	0,263909	1,959041
92	92	19,981	0,020	1,838	0,264405	1,963788
93	93	20,475	0,020	1,904	0,279696	1,968483

94	94	21,150	0,021	1,988	0,298428	1,973128
95	95	20,467	0,020	1,944	0,288767	1,977724
96	96	19,324	0,019	1,855	0,268357	1,982271
97	97	19,477	0,019	1,889	0,276294	1,986772
98	98	20,583	0,021	2,017	0,304724	1,991226
99	99	20,839	0,021	2,063	0,314502	1,995635
100	100	20,209	0,020	2,021	0,305534	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 4. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 8°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	0,550	0,001	0,001	-3,259637	0,000000
2	2	25,168	0,025	0,050	-1,298130	0,301030
3	3	43,910	0,044	0,132	-0,880315	0,477121
4	4	64,837	0,065	0,259	-0,586117	0,602060
5	5	85,149	0,085	0,426	-0,370850	0,698970
6	6	90,327	0,090	0,542	-0,266031	0,778151
7	7	85,185	0,085	0,596	-0,224541	0,845098
8	8	76,574	0,077	0,613	-0,212832	0,903090
9	9	75,665	0,076	0,681	-0,166865	0,954243
10	10	67,095	0,067	0,671	-0,173310	1,000000
11	11	55,024	0,055	0,605	-0,218059	1,041393
12	12	54,756	0,055	0,657	-0,182391	1,079181
13	13	46,819	0,047	0,609	-0,215635	1,113943
14	14	45,434	0,045	0,636	-0,196491	1,146128
15	15	42,110	0,042	0,632	-0,199529	1,176091
16	16	40,537	0,041	0,649	-0,188028	1,204120
17	17	36,802	0,037	0,626	-0,203686	1,230449
18	18	38,823	0,039	0,699	-0,155644	1,255273
19	19	34,370	0,034	0,653	-0,185073	1,278754

20	20	36,040	0,036	0,721	-0,142191	1,301030
21	21	37,047	0,037	0,778	-0,109028	1,322219
22	22	34,217	0,034	0,753	-0,123342	1,342423
23	23	33,932	0,034	0,780	-0,107663	1,361728
24	24	36,138	0,036	0,867	-0,061825	1,380211
25	25	36,895	0,037	0,922	-0,035092	1,397940
26	26	36,740	0,037	0,955	-0,019888	1,414973
27	27	35,759	0,036	0,965	-0,015251	1,431364
28	28	35,209	0,035	0,986	-0,006188	1,447158
29	29	35,305	0,035	1,024	0,010228	1,462398
30	30	35,244	0,035	1,057	0,024200	1,477121
31	31	34,754	0,035	1,077	0,032360	1,491362
32	32	34,690	0,035	1,110	0,045354	1,505150
33	33	35,118	0,035	1,159	0,064038	1,518514
34	34	36,576	0,037	1,244	0,094669	1,531479
35	35	36,402	0,036	1,274	0,105193	1,544068
36	36	34,763	0,035	1,251	0,097414	1,556303
37	37	32,831	0,033	1,215	0,084486	1,568202
38	38	33,374	0,033	1,268	0,103185	1,579784
39	39	33,618	0,034	1,311	0,117630	1,591065
40	40	31,803	0,032	1,272	0,104521	1,602060
41	41	31,469	0,031	1,290	0,110667	1,612784
42	42	32,272	0,032	1,355	0,132075	1,623249
43	43	31,047	0,031	1,335	0,125488	1,633468
44	44	32,450	0,032	1,428	0,154661	1,643453
45	45	30,229	0,030	1,360	0,133636	1,653213
46	46	31,556	0,032	1,452	0,161833	1,662758
47	47	31,631	0,032	1,487	0,172211	1,672098
48	48	34,865	0,035	1,674	0,223631	1,681241
49	49	37,705	0,038	1,848	0,266595	1,690196
50	50	45,080	0,045	2,254	0,352949	1,698970
51	51	56,209	0,056	2,867	0,457372	1,707570
52	52	63,885	0,064	3,322	0,521402	1,716003

53	53	67,849	0,068	3,596	0,555816	1,724276
54	54	71,758	0,072	3,875	0,588264	1,732394
55	55	76,906	0,077	4,230	0,626320	1,740363
56	56	80,187	0,080	4,490	0,652292	1,748188
57	57	79,864	0,080	4,552	0,658223	1,755875
58	58	70,666	0,071	4,099	0,612635	1,763428
59	59	66,327	0,066	3,913	0,592539	1,770852
60	60	72,930	0,073	4,376	0,641054	1,778151
61	61	82,181	0,082	5,013	0,700101	1,785330
62	62	80,691	0,081	5,003	0,699217	1,792392
63	63	79,775	0,080	5,026	0,701207	1,799341
64	64	75,681	0,076	4,844	0,685164	1,806180
65	65	68,363	0,068	4,444	0,647731	1,812913
66	66	63,755	0,064	4,208	0,624055	1,819544
67	67	65,973	0,066	4,420	0,645441	1,826075
68	68	66,101	0,066	4,495	0,652717	1,832509
69	69	66,846	0,067	4,612	0,663925	1,838849
70	70	70,211	0,070	4,915	0,691500	1,845098
71	71	73,439	0,073	5,214	0,717185	1,851258
72	72	77,085	0,077	5,550	0,744302	1,857332
73	73	80,665	0,081	5,889	0,770005	1,863323
74	74	81,854	0,082	6,057	0,782269	1,869232
75	75	71,548	0,072	5,366	0,729659	1,875061
76	76	63,262	0,063	4,808	0,681953	1,880814
77	77	66,408	0,066	5,113	0,708708	1,886491
78	78	63,894	0,064	4,984	0,697551	1,892095
79	79	63,171	0,063	4,991	0,698145	1,897627
80	80	63,915	0,064	5,113	0,708693	1,903090
81	81	72,106	0,072	5,841	0,766456	1,908485
82	82	78,251	0,078	6,417	0,807304	1,913814
83	83	80,296	0,080	6,665	0,823772	1,919078
84	84	85,365	0,085	7,171	0,855557	1,924279
85	85	92,996	0,093	7,905	0,897883	1,929419

86	86	92,500	0,092	7,955	0,900638	1,934498
87	87	84,856	0,085	7,382	0,868199	1,939519
88	88	88,868	0,089	7,820	0,893228	1,944483
89	89	92,692	0,093	8,250	0,916430	1,949390
90	90	83,559	0,084	7,520	0,876233	1,954243
91	91	84,342	0,084	7,675	0,885083	1,959041
92	92	91,741	0,092	8,440	0,926351	1,963788
93	93	96,302	0,096	8,956	0,952116	1,968483
94	94	100,504	0,101	9,447	0,975311	1,973128
95	95	91,037	0,091	8,648	0,936939	1,977724
96	96	87,684	0,088	8,418	0,925189	1,982271
97	97	81,995	0,082	7,954	0,900559	1,986772
98	98	70,621	0,071	6,921	0,840160	1,991226
99	99	63,049	0,063	6,242	0,795310	1,995635
100	100	67,325	0,067	6,733	0,828176	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 5. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 20°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	80,150	0,080	0,080	-1,096096	0,000000
2	2	53,470	0,053	0,107	-0,970864	0,301030
3	3	52,907	0,053	0,159	-0,799370	0,477121
4	4	52,122	0,052	0,208	-0,680919	0,602060
5	5	58,443	0,058	0,292	-0,534297	0,698970
6	6	73,602	0,074	0,442	-0,354962	0,778151
7	7	80,413	0,080	0,563	-0,249576	0,845098
8	8	73,051	0,073	0,584	-0,233284	0,903090
9	9	55,367	0,055	0,498	-0,302510	0,954243
10	10	58,706	0,059	0,587	-0,231318	1,000000
11	11	54,585	0,055	0,600	-0,221534	1,041393

12	12	43,073	0,043	0,517	-0,286614	1,079181
13	13	47,213	0,047	0,614	-0,211995	1,113943
14	14	36,539	0,037	0,512	-0,291115	1,146128
15	15	39,879	0,040	0,598	-0,223164	1,176091
16	16	32,971	0,033	0,528	-0,277748	1,204120
17	17	37,185	0,037	0,632	-0,199189	1,230449
18	18	30,829	0,031	0,555	-0,255775	1,255273
19	19	32,770	0,033	0,623	-0,205777	1,278754
20	20	33,164	0,033	0,663	-0,178310	1,301030
21	21	29,163	0,029	0,612	-0,212949	1,322219
22	22	31,249	0,031	0,687	-0,162741	1,342423
23	23	33,971	0,034	0,781	-0,107170	1,361728
24	24	33,330	0,033	0,800	-0,096953	1,380211
25	25	31,050	0,031	0,776	-0,110005	1,397940
26	26	30,534	0,031	0,794	-0,100250	1,414973
27	27	30,436	0,030	0,822	-0,085256	1,431364
28	28	29,169	0,029	0,817	-0,087928	1,447158
29	29	27,882	0,028	0,809	-0,092286	1,462398
30	30	27,023	0,027	0,811	-0,091153	1,477121
31	31	26,030	0,026	0,807	-0,093172	1,491362
32	32	25,347	0,025	0,811	-0,090932	1,505150
33	33	24,575	0,025	0,811	-0,091001	1,518514
34	34	25,357	0,025	0,862	-0,064423	1,531479
35	35	27,751	0,028	0,971	-0,012661	1,544068
36	36	30,768	0,031	1,108	0,044395	1,556303
37	37	32,282	0,032	1,194	0,077162	1,568202
38	38	32,732	0,033	1,244	0,094750	1,579784
39	39	36,191	0,036	1,411	0,149665	1,591065
40	40	42,273	0,042	1,691	0,228118	1,602060
41	41	44,930	0,045	1,842	0,265315	1,612784
42	42	50,049	0,050	2,102	0,322640	1,623249
43	43	55,811	0,056	2,400	0,380188	1,633468
44	44	58,072	0,058	2,555	0,407416	1,643453
45	45	61,297	0,061	2,758	0,440648	1,653213
46	46	59,703	0,060	2,746	0,438754	1,662758

47	47	58,615	0,059	2,755	0,440107	1,672098
48	48	58,505	0,059	2,808	0,448431	1,681241
49	49	58,876	0,059	2,885	0,460131	1,690196
50	50	58,845	0,059	2,942	0,468680	1,698970
51	51	54,657	0,055	2,787	0,445212	1,707570
52	52	53,897	0,054	2,803	0,447564	1,716003
53	53	54,669	0,055	2,897	0,462017	1,724276
54	54	53,458	0,053	2,887	0,460402	1,732394
55	55	52,501	0,053	2,888	0,460530	1,740363
56	56	50,601	0,051	2,834	0,452343	1,748188
57	57	50,389	0,050	2,872	0,458206	1,755875
58	58	52,448	0,052	3,042	0,483157	1,763428
59	59	59,041	0,059	3,483	0,542006	1,770852
60	60	65,908	0,066	3,954	0,597086	1,778151
61	61	68,589	0,069	4,184	0,621581	1,785330
62	62	65,043	0,065	4,033	0,605589	1,792392
63	63	61,329	0,061	3,864	0,587006	1,799341
64	64	59,730	0,060	3,823	0,582369	1,806180
65	65	64,536	0,065	4,195	0,622712	1,812913
66	66	68,624	0,069	4,529	0,656020	1,819544
67	67	69,492	0,069	4,656	0,668006	1,826075
68	68	68,086	0,068	4,630	0,665567	1,832509
69	69	65,682	0,066	4,532	0,656292	1,838849
70	70	65,130	0,065	4,559	0,658879	1,845098
71	71	72,266	0,072	5,131	0,710189	1,851258
72	72	76,026	0,076	5,474	0,738292	1,857332
73	73	74,901	0,075	5,468	0,737810	1,863323
74	74	64,748	0,065	4,791	0,680458	1,869232
75	75	63,873	0,064	4,790	0,680379	1,875061
76	76	63,193	0,063	4,803	0,681479	1,880814
77	77	65,156	0,065	5,017	0,700445	1,886491
78	78	68,277	0,068	5,326	0,726366	1,892095
79	79	69,742	0,070	5,510	0,741118	1,897627
80	80	70,346	0,070	5,628	0,750326	1,903090
81	81	67,993	0,068	5,507	0,740946	1,908485

82	82	72,819	0,073	5,971	0,776056	1,913814
83	83	73,770	0,074	6,123	0,786958	1,919078
84	84	72,875	0,073	6,122	0,786858	1,924279
85	85	69,220	0,069	5,884	0,769647	1,929419
86	86	65,138	0,065	5,602	0,748330	1,934498
87	87	64,819	0,065	5,639	0,751218	1,939519
88	88	68,826	0,069	6,057	0,782232	1,944483
89	89	66,804	0,067	5,946	0,774189	1,949390
90	90	68,805	0,069	6,192	0,791859	1,954243
91	91	69,830	0,070	6,354	0,803080	1,959041
92	92	68,554	0,069	6,307	0,799817	1,963788
93	93	70,731	0,071	6,578	0,818093	1,968483
94	94	67,566	0,068	6,351	0,802853	1,973128
95	95	63,168	0,063	6,001	0,778221	1,977724
96	96	64,334	0,064	6,176	0,790712	1,982271
97	97	64,903	0,065	6,296	0,799033	1,986772
98	98	67,244	0,067	6,590	0,818876	1,991226
99	99	75,218	0,075	7,447	0,871957	1,995635
100	100	77,563	0,078	7,756	0,889652	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 6. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T2 a 35°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	-35,022	-0,035	-0,035	#¡NUM!	0,000000
2	2	13,553	0,014	0,027	-1,566947	0,301030
3	3	29,754	0,030	0,089	-1,049329	0,477121
4	4	48,954	0,049	0,196	-0,708152	0,602060
5	5	59,436	0,059	0,297	-0,526980	0,698970
6	6	57,010	0,057	0,342	-0,465895	0,778151
7	7	46,261	0,046	0,324	-0,489684	0,845098
8	8	46,905	0,047	0,375	-0,425694	0,903090
9	9	51,873	0,052	0,467	-0,330819	0,954243
10	10	40,500	0,041	0,405	-0,392541	1,000000
11	11	33,699	0,034	0,371	-0,430986	1,041393

12	12	39,534	0,040	0,474	-0,323844	1,079181
13	13	26,993	0,027	0,351	-0,454811	1,113943
14	14	32,691	0,033	0,458	-0,339439	1,146128
15	15	24,805	0,025	0,372	-0,429375	1,176091
16	16	29,606	0,030	0,474	-0,324495	1,204120
17	17	21,805	0,022	0,371	-0,431002	1,230449
18	18	27,401	0,027	0,493	-0,306966	1,255273
19	19	22,913	0,023	0,435	-0,361158	1,278754
20	20	21,524	0,022	0,430	-0,366040	1,301030
21	21	25,440	0,025	0,534	-0,272264	1,322219
22	22	22,449	0,022	0,494	-0,306380	1,342423
23	23	19,238	0,019	0,442	-0,354120	1,361728
24	24	20,608	0,021	0,495	-0,305760	1,380211
25	25	22,333	0,022	0,558	-0,253113	1,397940
26	26	22,541	0,023	0,586	-0,232047	1,414973
27	27	21,156	0,021	0,571	-0,243203	1,431364
28	28	19,772	0,020	0,554	-0,256784	1,447158
29	29	19,011	0,019	0,551	-0,258605	1,462398
30	30	18,795	0,019	0,564	-0,248844	1,477121
31	31	19,012	0,019	0,589	-0,229611	1,491362
32	32	19,290	0,019	0,617	-0,209510	1,505150
33	33	19,920	0,020	0,657	-0,182189	1,518514
34	34	20,733	0,021	0,705	-0,151866	1,531479
35	35	20,484	0,020	0,717	-0,144517	1,544068
36	36	19,860	0,020	0,715	-0,145711	1,556303
37	37	20,981	0,021	0,776	-0,109965	1,568202
38	38	25,364	0,025	0,964	-0,015993	1,579784
39	39	29,414	0,029	1,147	0,059624	1,591065
40	40	32,645	0,033	1,306	0,115881	1,602060
41	41	39,798	0,040	1,632	0,212645	1,612784
42	42	42,425	0,042	1,782	0,250871	1,623249
43	43	41,765	0,042	1,796	0,254281	1,633468
44	44	43,674	0,044	1,922	0,283676	1,643453
45	45	42,619	0,043	1,918	0,282819	1,653213
46	46	45,229	0,045	2,081	0,318175	1,662758
47	47	44,240	0,044	2,079	0,317913	1,672098
48	48	45,548	0,046	2,186	0,339714	1,681241
49	49	46,125	0,046	2,260	0,354136	1,690196
50	50	44,715	0,045	2,236	0,349426	1,698970
51	51	43,976	0,044	2,243	0,350789	1,707570
52	52	43,891	0,044	2,282	0,358376	1,716003
53	53	45,131	0,045	2,392	0,378754	1,724276
54	54	46,385	0,046	2,505	0,398768	1,732394

55	55	44,018	0,044	2,421	0,383993	1,740363
56	56	41,466	0,041	2,322	0,365880	1,748188
57	57	42,087	0,042	2,399	0,380023	1,755875
58	58	44,758	0,045	2,596	0,414302	1,763428
59	59	47,128	0,047	2,781	0,444128	1,770852
60	60	48,558	0,049	2,913	0,464412	1,778151
61	61	48,576	0,049	2,963	0,471755	1,785330
62	62	49,294	0,049	3,056	0,485183	1,792392
63	63	46,711	0,047	2,943	0,468760	1,799341
64	64	45,987	0,046	2,943	0,468812	1,806180
65	65	48,209	0,048	3,134	0,496044	1,812913
66	66	47,347	0,047	3,125	0,494839	1,819544
67	67	47,343	0,047	3,172	0,501328	1,826075
68	68	50,728	0,051	3,449	0,537754	1,832509
69	69	51,269	0,051	3,538	0,548704	1,838849
70	70	50,729	0,051	3,551	0,550351	1,845098
71	71	50,635	0,051	3,595	0,555712	1,851258
72	72	49,564	0,050	3,569	0,552499	1,857332
73	73	47,391	0,047	3,460	0,539019	1,863323
74	74	48,423	0,048	3,583	0,554283	1,869232
75	75	50,373	0,050	3,778	0,577259	1,875061
76	76	51,751	0,052	3,933	0,594730	1,880814
77	77	49,635	0,050	3,822	0,582276	1,886491
78	78	51,305	0,051	4,002	0,602257	1,892095
79	79	49,655	0,050	3,923	0,593590	1,897627
80	80	50,757	0,051	4,061	0,608583	1,903090
81	81	50,816	0,051	4,116	0,614488	1,908485
82	82	47,738	0,048	3,914	0,592675	1,913814
83	83	49,427	0,049	4,102	0,613039	1,919078
84	84	54,539	0,055	4,581	0,660989	1,924279
85	85	53,739	0,054	4,568	0,659711	1,929419
86	86	53,452	0,053	4,597	0,662460	1,934498
87	87	51,131	0,051	4,448	0,648204	1,939519
88	88	48,630	0,049	4,279	0,631387	1,944483
89	89	49,932	0,050	4,444	0,647766	1,949390
90	90	52,765	0,053	4,749	0,676591	1,954243
91	91	54,056	0,054	4,919	0,691883	1,959041
92	92	52,084	0,052	4,792	0,680492	1,963788
93	93	52,916	0,053	4,921	0,692067	1,968483
94	94	53,160	0,053	4,997	0,698716	1,973128
95	95	54,036	0,054	5,133	0,710409	1,977724
96	96	53,534	0,054	5,139	0,710901	1,982271
97	97	53,071	0,053	5,148	0,711629	1,986772

98	98	51,910	0,052	5,087	0,706480	1,991226
99	99	54,055	0,054	5,351	0,728474	1,995635
100	100	55,190	0,055	5,519	0,741858	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 7. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 8°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	48,825	0,049	0,049	-1,311362	0,000000
2	2	77,067	0,077	0,154	-0,812104	0,301030
3	3	72,145	0,072	0,216	-0,664676	0,477121
4	4	76,170	0,076	0,305	-0,516159	0,602060
5	5	79,003	0,079	0,395	-0,403389	0,698970
6	6	73,691	0,074	0,442	-0,354434	0,778151
7	7	57,526	0,058	0,403	-0,395038	0,845098
8	8	45,656	0,046	0,365	-0,437417	0,903090
9	9	51,379	0,051	0,462	-0,334972	0,954243
10	10	49,027	0,049	0,490	-0,309565	1,000000
11	11	36,567	0,037	0,402	-0,395518	1,041393
12	12	43,326	0,043	0,520	-0,284070	1,079181
13	13	35,909	0,036	0,467	-0,330859	1,113943
14	14	36,199	0,036	0,507	-0,295175	1,146128
15	15	34,241	0,034	0,514	-0,289362	1,176091
16	16	33,181	0,033	0,531	-0,274997	1,204120
17	17	30,310	0,030	0,515	-0,287965	1,230449
18	18	33,498	0,033	0,603	-0,219709	1,255273
19	19	26,768	0,027	0,509	-0,293639	1,278754
20	20	29,922	0,030	0,598	-0,222979	1,301030
21	21	30,005	0,030	0,630	-0,200587	1,322219
22	22	25,241	0,025	0,555	-0,255471	1,342423
23	23	24,960	0,025	0,574	-0,241028	1,361728
24	24	27,214	0,027	0,653	-0,185004	1,380211
25	25	27,434	0,027	0,686	-0,163779	1,397940
26	26	25,652	0,026	0,667	-0,175914	1,414973
27	27	23,670	0,024	0,639	-0,194447	1,431364
28	28	22,503	0,023	0,630	-0,200611	1,447158
29	29	21,491	0,021	0,623	-0,205345	1,462398
30	30	21,149	0,021	0,634	-0,197589	1,477121
31	31	20,721	0,021	0,642	-0,192228	1,491362

32	32	20,927	0,021	0,670	-0,174153	1,505150
33	33	21,507	0,022	0,710	-0,148916	1,518514
34	34	22,330	0,022	0,759	-0,119632	1,531479
35	35	22,680	0,023	0,794	-0,100289	1,544068
36	36	21,135	0,021	0,761	-0,118695	1,556303
37	37	19,322	0,019	0,715	-0,145746	1,568202
38	38	20,027	0,020	0,761	-0,118601	1,579784
39	39	21,654	0,022	0,845	-0,073397	1,591065
40	40	19,943	0,020	0,798	-0,098150	1,602060
41	41	19,577	0,020	0,803	-0,095470	1,612784
42	42	20,985	0,021	0,881	-0,054842	1,623249
43	43	18,905	0,019	0,813	-0,089966	1,633468
44	44	20,843	0,021	0,917	-0,037598	1,643453
45	45	19,237	0,019	0,866	-0,062661	1,653213
46	46	20,659	0,021	0,950	-0,022143	1,662758
47	47	19,166	0,019	0,901	-0,045382	1,672098
48	48	20,551	0,021	0,986	-0,005926	1,681241
49	49	19,878	0,020	0,974	-0,011442	1,690196
50	50	19,812	0,020	0,991	-0,004113	1,698970
51	51	20,647	0,021	1,053	0,022417	1,707570
52	52	20,479	0,020	1,065	0,027312	1,716003
53	53	20,318	0,020	1,077	0,032157	1,724276
54	54	20,859	0,021	1,126	0,051677	1,732394
55	55	21,242	0,021	1,168	0,067548	1,740363
56	56	21,424	0,021	1,200	0,079089	1,748188
57	57	21,591	0,022	1,231	0,090138	1,755875
58	58	21,566	0,022	1,251	0,097188	1,763428
59	59	21,958	0,022	1,295	0,112435	1,770852
60	60	22,042	0,022	1,323	0,121402	1,778151
61	61	22,140	0,022	1,351	0,130498	1,785330
62	62	22,351	0,022	1,386	0,141689	1,792392
63	63	22,569	0,023	1,422	0,152853	1,799341
64	64	22,761	0,023	1,457	0,163371	1,806180
65	65	22,879	0,023	1,487	0,172341	1,812913
66	66	23,443	0,023	1,547	0,189548	1,819544
67	67	23,561	0,024	1,579	0,198259	1,826075
68	68	22,831	0,023	1,553	0,191034	1,832509
69	69	23,225	0,023	1,603	0,204805	1,838849
70	70	24,163	0,024	1,691	0,228240	1,845098
71	71	23,517	0,024	1,670	0,222631	1,851258
72	72	24,134	0,024	1,738	0,239953	1,857332
73	73	24,506	0,025	1,789	0,252595	1,863323
74	74	23,410	0,023	1,732	0,238624	1,869232

75	75	25,090	0,025	1,882	0,274553	1,875061
76	76	23,944	0,024	1,820	0,260001	1,880814
77	77	24,917	0,025	1,919	0,282986	1,886491
78	78	24,919	0,025	1,944	0,288625	1,892095
79	79	24,032	0,024	1,898	0,278408	1,897627
80	80	25,930	0,026	2,074	0,316884	1,903090
81	81	24,949	0,025	2,021	0,305538	1,908485
82	82	24,550	0,025	2,013	0,303857	1,913814
83	83	25,680	0,026	2,131	0,328673	1,919078
84	84	26,497	0,026	2,226	0,347468	1,924279
85	85	26,243	0,026	2,231	0,348424	1,929419
86	86	25,288	0,025	2,175	0,337413	1,934498
87	87	25,676	0,026	2,234	0,349047	1,939519
88	88	25,447	0,025	2,239	0,350111	1,944483
89	89	25,414	0,025	2,262	0,354454	1,949390
90	90	25,338	0,025	2,280	0,358006	1,954243
91	91	25,131	0,025	2,287	0,359251	1,959041
92	92	25,878	0,026	2,381	0,376710	1,963788
93	93	25,829	0,026	2,402	0,380591	1,968483
94	94	26,718	0,027	2,511	0,399932	1,973128
95	95	27,183	0,027	2,582	0,412021	1,977724
96	96	27,633	0,028	2,653	0,423699	1,982271
97	97	26,636	0,027	2,584	0,412241	1,986772
98	98	26,512	0,027	2,598	0,414669	1,991226
99	99	28,084	0,028	2,780	0,444094	1,995635
100	100	27,749	0,028	2,775	0,443247	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 8. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 20°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	97,898	0,098	0,098	-1,009226	0,000000
2	2	99,071	0,099	0,198	-0,703023	0,301030
3	3	84,234	0,084	0,253	-0,597391	0,477121
4	4	69,567	0,070	0,278	-0,555537	0,602060
5	5	56,246	0,056	0,281	-0,550942	0,698970

6	6	47,708	0,048	0,286	-0,543258	0,778151
7	7	42,172	0,042	0,295	-0,529883	0,845098
8	8	40,977	0,041	0,328	-0,484370	0,903090
9	9	36,611	0,037	0,329	-0,482152	0,954243
10	10	32,751	0,033	0,328	-0,484782	1,000000
11	11	32,059	0,032	0,353	-0,452664	1,041393
12	12	29,583	0,030	0,355	-0,449784	1,079181
13	13	27,652	0,028	0,359	-0,444338	1,113943
14	14	27,383	0,027	0,383	-0,416399	1,146128
15	15	25,039	0,025	0,376	-0,425300	1,176091
16	16	25,065	0,025	0,401	-0,396821	1,204120
17	17	23,400	0,023	0,398	-0,400345	1,230449
18	18	22,705	0,023	0,409	-0,388616	1,255273
19	19	22,574	0,023	0,429	-0,367647	1,278754
20	20	20,774	0,021	0,415	-0,381460	1,301030
21	21	20,612	0,021	0,433	-0,363671	1,322219
22	22	20,591	0,021	0,453	-0,343910	1,342423
23	23	19,399	0,019	0,446	-0,350493	1,361728
24	24	18,536	0,019	0,445	-0,351784	1,380211
25	25	18,367	0,018	0,459	-0,338022	1,397940
26	26	18,242	0,018	0,474	-0,323966	1,414973
27	27	17,993	0,018	0,486	-0,313533	1,431364
28	28	17,736	0,018	0,497	-0,303986	1,447158
29	29	17,550	0,018	0,509	-0,293325	1,462398
30	30	17,082	0,017	0,512	-0,290340	1,477121
31	31	16,881	0,017	0,523	-0,281253	1,491362
32	32	16,495	0,016	0,528	-0,277511	1,505150
33	33	16,274	0,016	0,537	-0,270005	1,518514
34	34	15,821	0,016	0,538	-0,269301	1,531479
35	35	15,184	0,015	0,531	-0,274546	1,544068
36	36	14,917	0,015	0,537	-0,270031	1,556303
37	37	15,125	0,015	0,560	-0,252103	1,568202
38	38	15,203	0,015	0,578	-0,238301	1,579784
39	39	14,544	0,015	0,567	-0,246252	1,591065
40	40	14,435	0,014	0,577	-0,238523	1,602060
41	41	14,741	0,015	0,604	-0,218704	1,612784
42	42	14,159	0,014	0,595	-0,225733	1,623249

43	43	14,281	0,014	0,614	-0,211773	1,633468
44	44	14,071	0,014	0,619	-0,208238	1,643453
45	45	14,046	0,014	0,632	-0,199235	1,653213
46	46	13,937	0,014	0,641	-0,193088	1,662758
47	47	13,985	0,014	0,657	-0,182255	1,672098
48	48	13,786	0,014	0,662	-0,179336	1,681241
49	49	13,974	0,014	0,685	-0,164499	1,690196
50	50	13,842	0,014	0,692	-0,159831	1,698970
51	51	13,769	0,014	0,702	-0,153527	1,707570
52	52	13,926	0,014	0,724	-0,140170	1,716003
53	53	13,915	0,014	0,737	-0,132257	1,724276
54	54	13,892	0,014	0,750	-0,124841	1,732394
55	55	13,898	0,014	0,764	-0,116701	1,740363
56	56	13,907	0,014	0,779	-0,108594	1,748188
57	57	13,965	0,014	0,796	-0,099084	1,755875
58	58	14,053	0,014	0,815	-0,088818	1,763428
59	59	14,251	0,014	0,841	-0,075303	1,770852
60	60	14,361	0,014	0,862	-0,064679	1,778151
61	61	14,508	0,015	0,885	-0,053078	1,785330
62	62	14,597	0,015	0,905	-0,043360	1,792392
63	63	14,897	0,015	0,939	-0,027561	1,799341
64	64	15,051	0,015	0,963	-0,016269	1,806180
65	65	15,139	0,015	0,984	-0,006989	1,812913
66	66	15,329	0,015	1,012	0,005058	1,819544
67	67	15,400	0,015	1,032	0,013596	1,826075
68	68	15,546	0,016	1,057	0,024128	1,832509
69	69	15,692	0,016	1,083	0,034514	1,838849
70	70	15,708	0,016	1,100	0,041219	1,845098
71	71	16,067	0,016	1,141	0,057193	1,851258
72	72	16,288	0,016	1,173	0,069200	1,857332
73	73	16,243	0,016	1,186	0,073989	1,863323
74	74	16,743	0,017	1,239	0,093052	1,869232
75	75	16,558	0,017	1,242	0,094056	1,875061
76	76	17,058	0,017	1,296	0,112742	1,880814
77	77	16,766	0,017	1,291	0,110907	1,886491
78	78	17,208	0,017	1,342	0,127825	1,892095
79	79	17,114	0,017	1,352	0,130966	1,897627

80	80	17,002	0,017	1,360	0,133577	1,903090
81	81	17,573	0,018	1,423	0,153331	1,908485
82	82	17,461	0,017	1,432	0,155883	1,913814
83	83	17,368	0,017	1,442	0,158815	1,919078
84	84	17,515	0,018	1,471	0,167689	1,924279
85	85	17,858	0,018	1,518	0,181252	1,929419
86	86	18,065	0,018	1,554	0,191336	1,934498
87	87	17,806	0,018	1,549	0,190073	1,939519
88	88	18,016	0,018	1,585	0,200129	1,944483
89	89	18,038	0,018	1,605	0,205578	1,949390
90	90	18,053	0,018	1,625	0,210780	1,954243
91	91	18,179	0,018	1,654	0,218599	1,959041
92	92	18,396	0,018	1,692	0,228511	1,963788
93	93	18,508	0,019	1,721	0,235831	1,968483
94	94	18,660	0,019	1,754	0,244028	1,973128
95	95	18,318	0,018	1,740	0,240602	1,977724
96	96	18,484	0,018	1,774	0,249055	1,982271
97	97	18,746	0,019	1,818	0,259680	1,986772
98	98	18,917	0,019	1,854	0,268067	1,991226
99	99	18,902	0,019	1,871	0,272143	1,995635
100	100	18,902	0,019	1,890	0,276508	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 9. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T4 a 35°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	225,625	0,226	0,226	-0,646613	0,000000
2	2	149,000	0,149	0,298	-0,525784	0,301030
3	3	105,817	0,106	0,317	-0,498325	0,477121
4	4	79,347	0,079	0,317	-0,498412	0,602060
5	5	55,177	0,055	0,276	-0,559272	0,698970
6	6	48,644	0,049	0,292	-0,534819	0,778151
7	7	42,701	0,043	0,299	-0,524464	0,845098
8	8	43,434	0,043	0,347	-0,459080	0,903090
9	9	35,588	0,036	0,320	-0,494454	0,954243
10	10	29,304	0,029	0,293	-0,533081	1,000000
11	11	32,452	0,032	0,357	-0,447366	1,041393

12	12	26,854	0,027	0,322	-0,491818	1,079181
13	13	26,095	0,026	0,339	-0,469508	1,113943
14	14	25,589	0,026	0,358	-0,445827	1,146128
15	15	22,985	0,023	0,345	-0,462474	1,176091
16	16	23,146	0,023	0,370	-0,431413	1,204120
17	17	21,648	0,022	0,368	-0,434143	1,230449
18	18	19,994	0,020	0,360	-0,443828	1,255273
19	19	21,339	0,021	0,405	-0,392072	1,278754
20	20	18,103	0,018	0,362	-0,441231	1,301030
21	21	18,128	0,018	0,381	-0,419431	1,322219
22	22	19,033	0,019	0,419	-0,378070	1,342423
23	23	17,602	0,018	0,405	-0,392722	1,361728
24	24	15,947	0,016	0,383	-0,417123	1,380211
25	25	15,638	0,016	0,391	-0,407879	1,397940
26	26	15,962	0,016	0,415	-0,381939	1,414973
27	27	16,256	0,016	0,439	-0,357636	1,431364
28	28	15,942	0,016	0,446	-0,350313	1,447158
29	29	15,531	0,016	0,450	-0,346417	1,462398
30	30	15,186	0,015	0,456	-0,341435	1,477121
31	31	14,948	0,015	0,463	-0,334055	1,491362
32	32	14,565	0,015	0,466	-0,331540	1,505150
33	33	14,006	0,014	0,462	-0,335172	1,518514
34	34	13,316	0,013	0,453	-0,344164	1,531479
35	35	12,817	0,013	0,449	-0,348146	1,544068
36	36	12,804	0,013	0,461	-0,336369	1,556303
37	37	13,220	0,013	0,489	-0,310583	1,568202
38	38	13,044	0,013	0,496	-0,304806	1,579784
39	39	12,122	0,012	0,473	-0,325361	1,591065
40	40	12,352	0,012	0,494	-0,306217	1,602060
41	41	12,685	0,013	0,520	-0,283926	1,612784
42	42	11,829	0,012	0,497	-0,303821	1,623249
43	43	12,402	0,012	0,533	-0,273057	1,633468
44	44	11,595	0,012	0,510	-0,292277	1,643453
45	45	12,005	0,012	0,540	-0,267409	1,653213
46	46	11,518	0,012	0,530	-0,275865	1,662758
47	47	11,927	0,012	0,561	-0,251373	1,672098
48	48	11,278	0,011	0,541	-0,266538	1,681241
49	49	11,748	0,012	0,576	-0,239858	1,690196
50	50	11,377	0,011	0,569	-0,244985	1,698970
51	51	11,097	0,011	0,566	-0,247207	1,707570
52	52	11,140	0,011	0,579	-0,237111	1,716003
53	53	11,228	0,011	0,595	-0,225426	1,724276
54	54	10,981	0,011	0,593	-0,226954	1,732394

55	55	11,032	0,011	0,607	-0,216991	1,740363
56	56	10,850	0,011	0,608	-0,216400	1,748188
57	57	10,969	0,011	0,625	-0,203952	1,755875
58	58	10,950	0,011	0,635	-0,197168	1,763428
59	59	11,049	0,011	0,652	-0,185839	1,770852
60	60	11,129	0,011	0,668	-0,175406	1,778151
61	61	11,052	0,011	0,674	-0,171214	1,785330
62	62	11,112	0,011	0,689	-0,161808	1,792392
63	63	11,245	0,011	0,708	-0,149710	1,799341
64	64	11,274	0,011	0,722	-0,141732	1,806180
65	65	11,219	0,011	0,729	-0,137142	1,812913
66	66	11,145	0,011	0,736	-0,133388	1,819544
67	67	10,993	0,011	0,737	-0,132797	1,826075
68	68	11,361	0,011	0,773	-0,112088	1,832509
69	69	11,486	0,011	0,793	-0,100982	1,838849
70	70	11,156	0,011	0,781	-0,107384	1,845098
71	71	11,667	0,012	0,828	-0,081799	1,851258
72	72	11,611	0,012	0,836	-0,077789	1,857332
73	73	11,260	0,011	0,822	-0,085141	1,863323
74	74	12,037	0,012	0,891	-0,050254	1,869232
75	75	11,487	0,011	0,862	-0,064738	1,875061
76	76	12,328	0,012	0,937	-0,028299	1,880814
77	77	12,156	0,012	0,936	-0,028726	1,886491
78	78	12,311	0,012	0,960	-0,017630	1,892095
79	79	12,584	0,013	0,994	-0,002540	1,897627
80	80	12,133	0,012	0,971	-0,012956	1,903090
81	81	12,665	0,013	1,026	0,011090	1,908485
82	82	12,877	0,013	1,056	0,023639	1,913814
83	83	12,516	0,013	1,039	0,016537	1,919078
84	84	12,534	0,013	1,053	0,022369	1,924279
85	85	12,684	0,013	1,078	0,032658	1,929419
86	86	13,278	0,013	1,142	0,057615	1,934498
87	87	13,694	0,014	1,191	0,076034	1,939519
88	88	13,488	0,013	1,187	0,074430	1,944483
89	89	13,506	0,014	1,202	0,079901	1,949390
90	90	13,757	0,014	1,238	0,092750	1,954243
91	91	13,784	0,014	1,254	0,098417	1,959041
92	92	13,948	0,014	1,283	0,108284	1,963788
93	93	14,281	0,014	1,328	0,123226	1,968483
94	94	13,882	0,014	1,305	0,115580	1,973128
95	95	13,838	0,014	1,315	0,118797	1,977724
96	96	13,539	0,014	1,300	0,113858	1,982271
97	97	14,215	0,014	1,379	0,139519	1,986772

98	98	14,632	0,015	1,434	0,156515	1,991226
99	99	14,569	0,015	1,442	0,159065	1,995635
100	100	14,594	0,015	1,459	0,164159	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
 Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 10. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 8°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	315,660	0,316	0,316	-0,500780	0,000000
2	2	319,025	0,319	0,638	-0,195145	0,301030
3	3	292,215	0,292	0,877	-0,057176	0,477121
4	4	256,310	0,256	1,025	0,010826	0,602060
5	5	240,650	0,241	1,203	0,080356	0,698970
6	6	238,570	0,239	1,431	0,155767	0,778151
7	7	239,080	0,239	1,674	0,223641	0,845098
8	8	226,570	0,227	1,813	0,258292	0,903090
9	9	206,060	0,206	1,855	0,268236	0,954243
10	10	202,800	0,203	2,028	0,307068	1,000000
11	11	190,705	0,191	2,098	0,321755	1,041393
12	12	175,865	0,176	2,110	0,324361	1,079181
13	13	175,035	0,175	2,275	0,357068	1,113943
14	14	162,560	0,163	2,276	0,357142	1,146128
15	15	160,935	0,161	2,414	0,382742	1,176091
16	16	147,295	0,147	2,357	0,372308	1,204120
17	17	148,750	0,149	2,529	0,402906	1,230449
18	18	141,190	0,141	2,541	0,405076	1,255273
19	19	139,145	0,139	2,644	0,422221	1,278754
20	20	142,000	0,142	2,840	0,453318	1,301030
21	21	134,305	0,134	2,820	0,450311	1,322219
22	22	133,310	0,133	2,933	0,467285	1,342423
23	23	129,900	0,130	2,988	0,475337	1,361728
24	24	123,540	0,124	2,965	0,472019	1,380211
25	25	118,015	0,118	2,950	0,469877	1,397940
26	26	120,240	0,120	3,126	0,495022	1,414973
27	27	124,310	0,124	3,356	0,525870	1,431364
28	28	128,065	0,128	3,586	0,554588	1,447158
29	29	131,460	0,131	3,812	0,581192	1,462398
30	30	138,570	0,139	4,157	0,618790	1,477121
31	31	136,575	0,137	4,234	0,626733	1,491362

32	32	135,545	0,136	4,337	0,637233	1,505150
33	33	134,165	0,134	4,427	0,646153	1,518514
34	34	132,385	0,132	4,501	0,653318	1,531479
35	35	133,390	0,133	4,669	0,669191	1,544068
36	36	134,630	0,135	4,847	0,685444	1,556303
37	37	133,240	0,133	4,930	0,692836	1,568202
38	38	133,415	0,133	5,070	0,704988	1,579784
39	39	131,525	0,132	5,129	0,710073	1,591065
40	40	136,440	0,136	5,458	0,737002	1,602060
41	41	127,270	0,127	5,218	0,717510	1,612784
42	42	124,255	0,124	5,219	0,717563	1,623249
43	43	124,335	0,124	5,346	0,728062	1,633468
44	44	121,365	0,121	5,340	0,727546	1,643453
45	45	120,350	0,120	5,416	0,733659	1,653213
46	46	114,910	0,115	5,286	0,723116	1,662758
47	47	117,540	0,118	5,524	0,742284	1,672098
48	48	119,490	0,119	5,736	0,758573	1,681241
49	49	118,880	0,119	5,825	0,765305	1,690196
50	50	104,346	0,104	5,217	0,717446	1,698970
51	51	107,695	0,108	5,492	0,739766	1,707570
52	52	114,235	0,114	5,940	0,773803	1,716003
53	53	113,920	0,114	6,038	0,780876	1,724276
54	54	117,450	0,117	6,342	0,802247	1,732394
55	55	117,835	0,118	6,481	0,811637	1,740363
56	56	116,230	0,116	6,509	0,813506	1,748188
57	57	118,730	0,119	6,768	0,830435	1,755875
58	58	117,135	0,117	6,794	0,832115	1,763428
59	59	106,440	0,106	6,280	0,797957	1,770852
60	60	121,875	0,122	7,313	0,864066	1,778151
61	61	121,875	0,122	7,434	0,871244	1,785330
62	62	121,490	0,121	7,532	0,876932	1,792392
63	63	122,700	0,123	7,730	0,888185	1,799341
64	64	120,060	0,120	7,684	0,885578	1,806180
65	65	108,315	0,108	7,040	0,847602	1,812913
66	66	99,265	0,099	6,551	0,816338	1,819544
67	67	109,755	0,110	7,354	0,866499	1,826075
68	68	119,110	0,119	8,099	0,908457	1,832509
69	69	115,840	0,116	7,993	0,902708	1,838849
70	70	110,205	0,110	7,714	0,887299	1,845098
71	71	118,240	0,118	8,395	0,924023	1,851258
72	72	115,275	0,115	8,300	0,919068	1,857332
73	73	121,935	0,122	8,901	0,949451	1,863323
74	74	106,692	0,107	7,895	0,897364	1,869232

75	75	109,295	0,109	8,197	0,913662	1,875061
76	76	110,150	0,110	8,371	0,922798	1,880814
77	77	115,715	0,116	8,910	0,949880	1,886491
78	78	111,235	0,111	8,676	0,938336	1,892095
79	79	110,700	0,111	8,745	0,941775	1,897627
80	80	108,935	0,109	8,715	0,940257	1,903090
81	81	112,080	0,112	9,078	0,958013	1,908485
82	82	111,890	0,112	9,175	0,962605	1,913814
83	83	115,150	0,115	9,557	0,980342	1,919078
84	84	106,920	0,107	8,981	0,953338	1,924279
85	85	99,318	0,099	8,442	0,926445	1,929419
86	86	102,101	0,102	8,781	0,943528	1,934498
87	87	108,655	0,109	9,453	0,975569	1,939519
88	88	109,700	0,110	9,654	0,984689	1,944483
89	89	110,920	0,111	9,872	0,994400	1,949390
90	90	110,375	0,110	9,934	0,997113	1,954243
91	91	109,015	0,109	9,920	0,996528	1,959041
92	92	94,832	0,095	8,724	0,940740	1,963788
93	93	95,848	0,096	8,914	0,950066	1,968483
94	94	98,176	0,098	9,228	0,965131	1,973128
95	95	103,355	0,103	9,819	0,992055	1,977724
96	96	109,625	0,110	10,524	1,022181	1,982271
97	97	110,815	0,111	10,749	1,031370	1,986772
98	98	107,485	0,107	10,534	1,022574	1,991226
99	99	105,615	0,106	10,456	1,019361	1,995635
100	100	104,065	0,104	10,407	1,017305	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 11. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 20°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	237,470	0,237	0,237	-0,624391	0,000000
2	2	216,815	0,217	0,434	-0,362881	0,301030
3	3	207,970	0,208	0,624	-0,204878	0,477121
4	4	194,835	0,195	0,779	-0,108273	0,602060
5	5	185,930	0,186	0,930	-0,031681	0,698970
6	6	187,105	0,187	1,123	0,050237	0,778151
7	7	185,410	0,185	1,298	0,113231	0,845098
8	8	171,945	0,172	1,376	0,138480	0,903090
9	9	152,190	0,152	1,370	0,136629	0,954243

10	10	145,345	0,145	1,453	0,162400	1,000000
11	11	135,480	0,135	1,490	0,173268	1,041393
12	12	118,915	0,119	1,427	0,154418	1,079181
13	13	118,890	0,119	1,546	0,189089	1,113943
14	14	104,705	0,105	1,466	0,166095	1,146128
15	15	104,750	0,105	1,571	0,196245	1,176091
16	16	94,720	0,095	1,516	0,180559	1,204120
17	17	98,959	0,099	1,682	0,225902	1,230449
18	18	90,885	0,091	1,636	0,213762	1,255273
19	19	94,042	0,094	1,787	0,252075	1,278754
20	20	96,160	0,096	1,923	0,284024	1,301030
21	21	95,570	0,096	2,007	0,302539	1,322219
22	22	96,105	0,096	2,114	0,325166	1,342423
23	23	98,614	0,099	2,268	0,355664	1,361728
24	24	96,744	0,097	2,322	0,365833	1,380211
25	25	91,780	0,092	2,295	0,360688	1,397940
26	26	90,704	0,091	2,358	0,372597	1,414973
27	27	91,414	0,091	2,468	0,392374	1,431364
28	28	90,833	0,091	2,543	0,405402	1,447158
29	29	90,637	0,091	2,628	0,419704	1,462398
30	30	89,617	0,090	2,689	0,429512	1,477121
31	31	89,614	0,090	2,778	0,443735	1,491362
32	32	88,776	0,089	2,841	0,453443	1,505150
33	33	86,770	0,087	2,863	0,456884	1,518514
34	34	82,766	0,083	2,814	0,449328	1,531479
35	35	80,703	0,081	2,825	0,450955	1,544068
36	36	78,823	0,079	2,838	0,452953	1,556303
37	37	79,049	0,079	2,925	0,466098	1,568202
38	38	75,775	0,076	2,879	0,459307	1,579784
39	39	75,983	0,076	2,963	0,471781	1,591065
40	40	80,186	0,080	3,207	0,506159	1,602060
41	41	79,767	0,080	3,270	0,514604	1,612784
42	42	79,219	0,079	3,327	0,522076	1,623249
43	43	81,513	0,082	3,505	0,544695	1,633468
44	44	81,315	0,081	3,578	0,553623	1,643453
45	45	82,976	0,083	3,734	0,572165	1,653213
46	46	82,708	0,083	3,805	0,580303	1,662758
47	47	82,701	0,083	3,887	0,589606	1,672098
48	48	83,522	0,084	4,009	0,603042	1,681241
49	49	85,595	0,086	4,194	0,622642	1,690196
50	50	85,570	0,086	4,278	0,631289	1,698970
51	51	85,016	0,085	4,336	0,637068	1,707570
52	52	83,017	0,083	4,317	0,635168	1,716003

53	53	83,857	0,084	4,444	0,647813	1,724276
54	54	81,101	0,081	4,379	0,641420	1,732394
55	55	84,246	0,084	4,634	0,665912	1,740363
56	56	82,044	0,082	4,594	0,662235	1,748188
57	57	76,477	0,076	4,359	0,639406	1,755875
58	58	73,572	0,074	4,267	0,630141	1,763428
59	59	74,333	0,074	4,386	0,642034	1,770852
60	60	76,877	0,077	4,613	0,663945	1,778151
61	61	78,021	0,078	4,759	0,677539	1,785330
62	62	78,171	0,078	4,847	0,685437	1,792392
63	63	79,955	0,080	5,037	0,702186	1,799341
64	64	81,892	0,082	5,241	0,719421	1,806180
65	65	76,509	0,077	4,973	0,696626	1,812913
66	66	78,868	0,079	5,205	0,716442	1,819544
67	67	80,514	0,081	5,394	0,731944	1,826075
68	68	81,863	0,082	5,567	0,745597	1,832509
69	69	80,033	0,080	5,522	0,742118	1,838849
70	70	83,947	0,084	5,876	0,769101	1,845098
71	71	81,061	0,081	5,755	0,760070	1,851258
72	72	80,058	0,080	5,764	0,760737	1,857332
73	73	80,302	0,080	5,862	0,768049	1,863323
74	74	79,469	0,079	5,881	0,769429	1,869232
75	75	79,116	0,079	5,934	0,773326	1,875061
76	76	80,311	0,080	6,104	0,785589	1,880814
77	77	84,306	0,084	6,492	0,812347	1,886491
78	78	79,916	0,080	6,233	0,794726	1,892095
79	79	81,551	0,082	6,443	0,809056	1,897627
80	80	81,564	0,082	6,525	0,814589	1,903090
81	81	81,521	0,082	6,603	0,819755	1,908485
82	82	80,779	0,081	6,624	0,821112	1,913814
83	83	78,095	0,078	6,482	0,811699	1,919078
84	84	79,808	0,080	6,704	0,826323	1,924279
85	85	77,396	0,077	6,579	0,818135	1,929419
86	86	78,960	0,079	6,791	0,831906	1,934498
87	87	82,094	0,082	7,142	0,853828	1,939519
88	88	80,804	0,081	7,111	0,851913	1,944483
89	89	80,423	0,080	7,158	0,854768	1,949390
90	90	82,284	0,082	7,406	0,869558	1,954243
91	91	83,924	0,084	7,637	0,882925	1,959041
92	92	79,996	0,080	7,360	0,866856	1,963788
93	93	75,475	0,075	7,019	0,846286	1,968483
94	94	70,857	0,071	6,661	0,823511	1,973128
95	95	73,981	0,074	7,028	0,846841	1,977724

96	96	76,355	0,076	7,330	0,865109	1,982271
97	97	80,279	0,080	7,787	0,891374	1,986772
98	98	71,595	0,072	7,016	0,846109	1,991226
99	99	78,397	0,078	7,761	0,889932	1,995635
100	100	79,155	0,079	7,916	0,898478	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 12. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T9 a 35°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	109,120	0,109	0,109	-0,962096	0,000000
2	2	133,810	0,134	0,268	-0,572481	0,301030
3	3	142,920	0,143	0,429	-0,367786	0,477121
4	4	144,890	0,145	0,580	-0,236902	0,602060
5	5	142,510	0,143	0,713	-0,147185	0,698970
6	6	133,750	0,134	0,803	-0,095555	0,778151
7	7	122,713	0,123	0,859	-0,066010	0,845098
8	8	121,217	0,121	0,970	-0,013348	0,903090
9	9	122,207	0,122	1,100	0,041337	0,954243
10	10	107,973	0,108	1,080	0,033317	1,000000
11	11	101,920	0,102	1,121	0,049651	1,041393
12	12	100,280	0,100	1,203	0,080394	1,079181
13	13	88,877	0,089	1,155	0,062731	1,113943
14	14	89,416	0,089	1,252	0,097545	1,146128
15	15	81,295	0,081	1,219	0,086153	1,176091
16	16	83,648	0,084	1,338	0,126574	1,204120
17	17	76,133	0,076	1,294	0,112024	1,230449
18	18	79,012	0,079	1,422	0,152964	1,255273
19	19	75,199	0,075	1,429	0,154966	1,278754
20	20	72,994	0,073	1,460	0,164317	1,301030
21	21	74,835	0,075	1,572	0,196322	1,322219
22	22	72,182	0,072	1,588	0,200854	1,342423
23	23	70,390	0,070	1,619	0,209239	1,361728
24	24	69,118	0,069	1,659	0,219802	1,380211
25	25	69,481	0,069	1,737	0,239806	1,397940
26	26	69,717	0,070	1,813	0,258314	1,414973
27	27	69,811	0,070	1,885	0,275290	1,431364
28	28	69,638	0,070	1,950	0,290004	1,447158
29	29	68,933	0,069	1,999	0,300823	1,462398

30	30	69,219	0,069	2,077	0,317347	1,477121
31	31	70,429	0,070	2,183	0,339111	1,491362
32	32	71,273	0,071	2,281	0,358073	1,505150
33	33	69,831	0,070	2,304	0,362562	1,518514
34	34	68,582	0,069	2,332	0,367687	1,531479
35	35	66,696	0,067	2,334	0,368168	1,544068
36	36	64,552	0,065	2,324	0,366212	1,556303
37	37	63,069	0,063	2,334	0,368018	1,568202
38	38	63,056	0,063	2,396	0,379512	1,579784
39	39	61,692	0,062	2,406	0,381293	1,591065
40	40	60,336	0,060	2,413	0,382639	1,602060
41	41	62,694	0,063	2,570	0,410010	1,612784
42	42	63,537	0,064	2,669	0,426274	1,623249
43	43	63,923	0,064	2,749	0,439128	1,633468
44	44	63,460	0,063	2,792	0,445953	1,643453
45	45	61,508	0,062	2,768	0,442144	1,653213
46	46	60,347	0,060	2,776	0,443411	1,662758
47	47	60,556	0,061	2,846	0,454253	1,672098
48	48	61,275	0,061	2,941	0,468525	1,681241
49	49	60,914	0,061	2,985	0,474916	1,690196
50	50	60,496	0,060	3,025	0,480699	1,698970
51	51	61,305	0,061	3,127	0,495064	1,707570
52	52	61,814	0,062	3,214	0,507088	1,716003
53	53	62,255	0,062	3,300	0,518452	1,724276
54	54	61,125	0,061	3,301	0,518615	1,732394
55	55	60,556	0,061	3,331	0,522520	1,740363
56	56	57,863	0,058	3,240	0,510586	1,748188
57	57	55,586	0,056	3,168	0,500843	1,755875
58	58	54,434	0,054	3,157	0,499296	1,763428
59	59	57,332	0,057	3,383	0,529252	1,770852
60	60	56,734	0,057	3,404	0,531997	1,778151
61	61	57,751	0,058	3,523	0,546889	1,785330
62	62	59,623	0,060	3,697	0,567808	1,792392
63	63	59,936	0,060	3,776	0,577026	1,799341
64	64	60,579	0,061	3,877	0,588500	1,806180
65	65	61,490	0,061	3,997	0,601720	1,812913
66	66	60,790	0,061	4,012	0,603378	1,819544
67	67	58,924	0,059	3,948	0,596365	1,826075
68	68	59,195	0,059	4,025	0,604791	1,832509
69	69	60,111	0,060	4,148	0,617803	1,838849
70	70	57,316	0,057	4,012	0,603374	1,845098
71	71	55,275	0,055	3,925	0,593790	1,851258
72	72	60,533	0,061	4,358	0,639325	1,857332

73	73	59,907	0,060	4,373	0,640803	1,863323
74	74	59,538	0,060	4,406	0,644024	1,869232
75	75	58,390	0,058	4,379	0,641397	1,875061
76	76	59,562	0,060	4,527	0,655783	1,880814
77	77	58,230	0,058	4,484	0,651638	1,886491
78	78	55,499	0,055	4,329	0,636377	1,892095
79	79	53,794	0,054	4,250	0,628364	1,897627
80	80	56,455	0,056	4,516	0,654795	1,903090
81	81	57,607	0,058	4,666	0,668960	1,908485
82	82	51,724	0,052	4,241	0,627509	1,913814
83	83	56,292	0,056	4,672	0,669525	1,919078
84	84	59,134	0,059	4,967	0,696119	1,924279
85	85	57,833	0,058	4,916	0,691595	1,929419
86	86	55,962	0,056	4,813	0,682392	1,934498
87	87	56,049	0,056	4,876	0,688090	1,939519
88	88	56,572	0,057	4,978	0,697087	1,944483
89	89	56,797	0,057	5,055	0,703718	1,949390
90	90	55,245	0,055	4,972	0,696533	1,954243
91	91	57,756	0,058	5,256	0,720636	1,959041
92	92	60,280	0,060	5,546	0,743963	1,963788
93	93	56,738	0,057	5,277	0,722360	1,968483
94	94	54,245	0,054	5,099	0,707488	1,973128
95	95	55,344	0,055	5,258	0,720792	1,977724
96	96	57,657	0,058	5,535	0,743126	1,982271
97	97	56,921	0,057	5,521	0,742047	1,986772
98	98	56,217	0,056	5,509	0,741096	1,991226
99	99	53,141	0,053	5,261	0,721062	1,995635
100	100	57,128	0,057	5,713	0,756849	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 13. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 8°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformación	log (Esfuerzo de deformación)	log (velocidad de deformación)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	407,730	0,408	0,408	-0,389627	0,000000
2	2	402,750	0,403	0,806	-0,093934	0,301030
3	3	386,920	0,387	1,161	0,064742	0,477121
4	4	362,200	0,362	1,449	0,161008	0,602060
5	5	331,865	0,332	1,659	0,219931	0,698970
6	6	304,515	0,305	1,827	0,261760	0,778151

7	7	271,275	0,271	1,899	0,278508	0,845098
8	8	242,085	0,242	1,937	0,287058	0,903090
9	9	216,465	0,216	1,948	0,289630	0,954243
10	10	199,770	0,200	1,998	0,300530	1,000000
11	11	180,360	0,180	1,984	0,297533	1,041393
12	12	166,845	0,167	2,002	0,301494	1,079181
13	13	154,600	0,155	2,010	0,303153	1,113943
14	14	147,290	0,147	2,062	0,314301	1,146128
15	15	138,500	0,139	2,078	0,317541	1,176091
16	16	133,030	0,133	2,128	0,328070	1,204120
17	17	127,780	0,128	2,172	0,336912	1,230449
18	18	120,185	0,120	2,163	0,335123	1,255273
19	19	116,475	0,116	2,213	0,344986	1,278754
20	20	113,615	0,114	2,272	0,356466	1,301030
21	21	110,760	0,111	2,326	0,366602	1,322219
22	22	108,640	0,109	2,390	0,378412	1,342423
23	23	106,625	0,107	2,452	0,389587	1,361728
24	24	105,940	0,106	2,543	0,405271	1,380211
25	25	102,273	0,102	2,557	0,407701	1,397940
26	26	101,099	0,101	2,629	0,419720	1,414973
27	27	98,793	0,099	2,667	0,426088	1,431364
28	28	97,112	0,097	2,719	0,434431	1,447158
29	29	97,096	0,097	2,816	0,449599	1,462398
30	30	96,804	0,097	2,904	0,463012	1,477121
31	31	97,021	0,097	3,008	0,478227	1,491362
32	32	93,504	0,094	2,992	0,475980	1,505150
33	33	92,744	0,093	3,061	0,485797	1,518514
34	34	91,446	0,091	3,109	0,492644	1,531479
35	35	90,484	0,090	3,167	0,500640	1,544068
36	36	90,137	0,090	3,245	0,511206	1,556303
37	37	88,250	0,088	3,265	0,513916	1,568202
38	38	87,148	0,087	3,312	0,520041	1,579784
39	39	87,594	0,088	3,416	0,533539	1,591065
40	40	87,457	0,087	3,498	0,543852	1,602060
41	41	86,207	0,086	3,534	0,548326	1,612784
42	42	85,169	0,085	3,577	0,553531	1,623249
43	43	87,440	0,087	3,760	0,575179	1,633468
44	44	86,666	0,087	3,813	0,581299	1,643453
45	45	91,776	0,092	4,130	0,615942	1,653213
46	46	87,502	0,088	4,025	0,604776	1,662758
47	47	86,810	0,087	4,080	0,610668	1,672098
48	48	86,639	0,087	4,159	0,618952	1,681241
49	49	87,628	0,088	4,294	0,632839	1,690196

50	50	88,893	0,089	4,445	0,647838	1,698970
51	51	88,942	0,089	4,536	0,656675	1,707570
52	52	88,587	0,089	4,607	0,663373	1,716003
53	53	85,941	0,086	4,555	0,658474	1,724276
54	54	85,551	0,086	4,620	0,664616	1,732394
55	55	83,766	0,084	4,607	0,663428	1,740363
56	56	82,485	0,082	4,619	0,664560	1,748188
57	57	83,342	0,083	4,750	0,676736	1,755875
58	58	85,214	0,085	4,942	0,693939	1,763428
59	59	84,154	0,084	4,965	0,695927	1,770852
60	60	84,603	0,085	5,076	0,705534	1,778151
61	61	84,570	0,085	5,159	0,712546	1,785330
62	62	84,142	0,084	5,217	0,717402	1,792392
63	63	81,124	0,081	5,111	0,708490	1,799341
64	64	80,089	0,080	5,126	0,709750	1,806180
65	65	88,764	0,089	5,770	0,761150	1,812913
66	66	90,997	0,091	6,006	0,778569	1,819544
67	67	89,053	0,089	5,967	0,775723	1,826075
68	68	87,627	0,088	5,959	0,775144	1,832509
69	69	90,909	0,091	6,273	0,797456	1,838849
70	70	99,923	0,100	6,995	0,844761	1,845098
71	71	91,955	0,092	6,529	0,814831	1,851258
72	72	87,838	0,088	6,324	0,801012	1,857332
73	73	81,448	0,081	5,946	0,774203	1,863323
74	74	74,876	0,075	5,541	0,743574	1,869232
75	75	72,105	0,072	5,408	0,733024	1,875061
76	76	73,970	0,074	5,622	0,749866	1,880814
77	77	76,113	0,076	5,861	0,767950	1,886491
78	78	72,479	0,072	5,653	0,752307	1,892095
79	79	67,727	0,068	5,350	0,728386	1,897627
80	80	65,404	0,065	5,232	0,718691	1,903090
81	81	65,565	0,066	5,311	0,725154	1,908485
82	82	67,569	0,068	5,541	0,743558	1,913814
83	83	69,855	0,070	5,798	0,763272	1,919078
84	84	69,661	0,070	5,852	0,767269	1,924279
85	85	68,709	0,069	5,840	0,766433	1,929419
86	86	69,414	0,069	5,970	0,775942	1,934498
87	87	66,398	0,066	5,777	0,761671	1,939519
88	88	66,512	0,067	5,853	0,767383	1,944483
89	89	67,450	0,067	6,003	0,778369	1,949390
90	90	67,894	0,068	6,110	0,786074	1,954243
91	91	65,943	0,066	6,001	0,778207	1,959041
92	92	61,737	0,062	5,680	0,754333	1,963788

93	93	62,366	0,062	5,800	0,763427	1,968483
94	94	64,007	0,064	6,017	0,779355	1,973128
95	95	68,754	0,069	6,532	0,815022	1,977724
96	96	81,227	0,081	7,798	0,891972	1,982271
97	97	81,132	0,081	7,870	0,895961	1,986772
98	98	74,060	0,074	7,258	0,860810	1,991226
99	99	69,792	0,070	6,909	0,839438	1,995635
100	100	64,177	0,064	6,418	0,807379	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 14. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 20°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	253,527	0,254	0,254	-0,595976	0,000000
2	2	289,517	0,290	0,579	-0,237296	0,301030
3	3	268,603	0,269	0,806	-0,093767	0,477121
4	4	252,923	0,253	1,012	0,005049	0,602060
5	5	236,700	0,237	1,184	0,073168	0,698970
6	6	219,923	0,220	1,320	0,120423	0,778151
7	7	199,133	0,199	1,394	0,144242	0,845098
8	8	179,383	0,179	1,435	0,156872	0,903090
9	9	169,513	0,170	1,526	0,183446	0,954243
10	10	154,813	0,155	1,548	0,189808	1,000000
11	11	138,850	0,139	1,527	0,183939	1,041393
12	12	132,037	0,132	1,584	0,199876	1,079181
13	13	122,330	0,122	1,590	0,201476	1,113943
14	14	115,963	0,116	1,623	0,210449	1,146128
15	15	109,330	0,109	1,640	0,214831	1,176091
16	16	105,267	0,105	1,684	0,226411	1,204120
17	17	99,974	0,100	1,700	0,230337	1,230449
18	18	98,356	0,098	1,770	0,248075	1,255273
19	19	94,116	0,094	1,788	0,252417	1,278754
20	20	93,460	0,093	1,869	0,271657	1,301030
21	21	90,331	0,090	1,897	0,278055	1,322219
22	22	87,618	0,088	1,928	0,285014	1,342423
23	23	87,211	0,087	2,006	0,302297	1,361728
24	24	87,400	0,087	2,098	0,321723	1,380211
25	25	86,294	0,086	2,157	0,333919	1,397940
26	26	85,020	0,085	2,211	0,344494	1,414973
27	27	85,169	0,085	2,300	0,361645	1,431364

28	28	83,927	0,084	2,350	0,371058	1,447158
29	29	82,546	0,083	2,394	0,379096	1,462398
30	30	81,988	0,082	2,460	0,390872	1,477121
31	31	80,537	0,081	2,497	0,397357	1,491362
32	32	80,221	0,080	2,567	0,409440	1,505150
33	33	79,966	0,080	2,639	0,421421	1,518514
34	34	80,184	0,080	2,726	0,435568	1,531479
35	35	79,260	0,079	2,774	0,443124	1,544068
36	36	78,491	0,078	2,826	0,451121	1,556303
37	37	77,741	0,078	2,876	0,458854	1,568202
38	38	76,638	0,077	2,912	0,464230	1,579784
39	39	77,688	0,078	3,030	0,481420	1,591065
40	40	76,852	0,077	3,074	0,487713	1,602060
41	41	74,609	0,075	3,059	0,485573	1,612784
42	42	73,366	0,073	3,081	0,488746	1,623249
43	43	73,101	0,073	3,143	0,497390	1,633468
44	44	78,810	0,079	3,468	0,540032	1,643453
45	45	76,520	0,077	3,443	0,536986	1,653213
46	46	75,854	0,076	3,489	0,542736	1,662758
47	47	71,010	0,071	3,337	0,523415	1,672098
48	48	70,452	0,070	3,382	0,529133	1,681241
49	49	70,545	0,071	3,457	0,538662	1,690196
50	50	70,512	0,071	3,526	0,547233	1,698970
51	51	70,222	0,070	3,581	0,554043	1,707570
52	52	70,789	0,071	3,681	0,565971	1,716003
53	53	70,497	0,070	3,736	0,572449	1,724276
54	54	71,549	0,072	3,864	0,586997	1,732394
55	55	72,995	0,073	4,015	0,603654	1,740363
56	56	72,203	0,072	4,043	0,606741	1,748188
57	57	72,550	0,073	4,135	0,616514	1,755875
58	58	73,608	0,074	4,269	0,630351	1,763428
59	59	71,994	0,072	4,248	0,628148	1,770852
60	60	73,654	0,074	4,419	0,645348	1,778151
61	61	75,175	0,075	4,586	0,661403	1,785330
62	62	77,575	0,078	4,810	0,682115	1,792392
63	63	74,700	0,075	4,706	0,672663	1,799341
64	64	73,137	0,073	4,681	0,670319	1,806180
65	65	71,660	0,072	4,658	0,668192	1,812913
66	66	71,115	0,071	4,694	0,671503	1,819544
67	67	69,877	0,070	4,682	0,670411	1,826075
68	68	68,523	0,069	4,660	0,668343	1,832509
69	69	68,493	0,068	4,726	0,674493	1,838849
70	70	71,077	0,071	4,975	0,696827	1,845098

71	71	71,678	0,072	5,089	0,706642	1,851258
72	72	73,912	0,074	5,322	0,726049	1,857332
73	73	77,546	0,078	5,661	0,752880	1,863323
74	74	77,958	0,078	5,769	0,761091	1,869232
75	75	77,056	0,077	5,779	0,761866	1,875061
76	76	74,131	0,074	5,634	0,750815	1,880814
77	77	66,401	0,066	5,113	0,708668	1,886491
78	78	62,823	0,063	4,900	0,690211	1,892095
79	79	62,611	0,063	4,946	0,694275	1,897627
80	80	61,516	0,062	4,921	0,692076	1,903090
81	81	59,464	0,059	4,817	0,682737	1,908485
82	82	60,896	0,061	4,993	0,698403	1,913814
83	83	61,385	0,061	5,095	0,707140	1,919078
84	84	63,168	0,063	5,306	0,724774	1,924279
85	85	63,202	0,063	5,372	0,730147	1,929419
86	86	60,181	0,060	5,176	0,713955	1,934498
87	87	59,201	0,059	5,150	0,711846	1,939519
88	88	59,648	0,060	5,249	0,720081	1,944483
89	89	60,077	0,060	5,347	0,728096	1,949390
90	90	59,513	0,060	5,356	0,728854	1,954243
91	91	59,162	0,059	5,384	0,731084	1,959041
92	92	58,603	0,059	5,392	0,731710	1,963788
93	93	57,691	0,058	5,365	0,729594	1,968483
94	94	56,163	0,056	5,279	0,722581	1,973128
95	95	52,515	0,053	4,989	0,698010	1,977724
96	96	52,729	0,053	5,062	0,704324	1,982271
97	97	55,577	0,056	5,391	0,731667	1,986772
98	98	59,095	0,059	5,791	0,762777	1,991226
99	99	63,384	0,063	6,275	0,797615	1,995635
100	100	62,534	0,063	6,253	0,796116	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA

Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

TABLA D 15. Valores para la determinación de viscosidad, cálculo del índice de consistencia e índice de comportamiento al flujo del T10 a 35°C

Point No.	Shear Rate	Viscosity	Viscosidad	Esfuerzo de deformacion	log (Esfuerzo de deformacion)	log (velocidad de deformacion)
	[1/s]	[mPa·s]	pa.s	Pa.		
1	1	193,745	0,194	0,194	-0,712769	0,000000
2	2	229,550	0,230	0,459	-0,338093	0,301030
3	3	224,670	0,225	0,674	-0,171334	0,477121
4	4	219,945	0,220	0,880	-0,055626	0,602060

5	5	219,030	0,219	1,095	0,039474	0,698970
6	6	203,345	0,203	1,220	0,086385	0,778151
7	7	186,005	0,186	1,302	0,114623	0,845098
8	8	164,035	0,164	1,312	0,118027	0,903090
9	9	160,765	0,161	1,447	0,160434	0,954243
10	10	147,935	0,148	1,479	0,170071	1,000000
11	11	129,155	0,129	1,421	0,152504	1,041393
12	12	127,400	0,127	1,529	0,184351	1,079181
13	13	111,500	0,112	1,450	0,161218	1,113943
14	14	108,140	0,108	1,514	0,180114	1,146128
15	15	101,279	0,101	1,519	0,181609	1,176091
16	16	99,091	0,099	1,585	0,200152	1,204120
17	17	91,228	0,091	1,551	0,190577	1,230449
18	18	91,798	0,092	1,652	0,218106	1,255273
19	19	86,351	0,086	1,641	0,215021	1,278754
20	20	84,148	0,084	1,683	0,226071	1,301030
21	21	83,703	0,084	1,758	0,244960	1,322219
22	22	77,914	0,078	1,714	0,234038	1,342423
23	23	75,998	0,076	1,748	0,242530	1,361728
24	24	77,109	0,077	1,851	0,267316	1,380211
25	25	76,396	0,076	1,910	0,281008	1,397940
26	26	73,605	0,074	1,914	0,281878	1,414973
27	27	72,864	0,073	1,967	0,293874	1,431364
28	28	76,505	0,077	2,142	0,330848	1,447158
29	29	72,457	0,072	2,101	0,322475	1,462398
30	30	69,786	0,070	2,094	0,320890	1,477121
31	31	68,656	0,069	2,128	0,328037	1,491362
32	32	67,893	0,068	2,173	0,336975	1,505150
33	33	65,674	0,066	2,167	0,335907	1,518514
34	34	66,163	0,066	2,250	0,352094	1,531479
35	35	65,361	0,065	2,288	0,359387	1,544068
36	36	64,597	0,065	2,325	0,366511	1,556303
37	37	62,024	0,062	2,295	0,360761	1,568202
38	38	61,734	0,062	2,346	0,370308	1,579784
39	39	62,113	0,062	2,422	0,384247	1,591065
40	40	59,043	0,059	2,362	0,373228	1,602060
41	41	58,445	0,058	2,396	0,379528	1,612784
42	42	59,544	0,060	2,501	0,398084	1,623249
43	43	57,290	0,057	2,463	0,391547	1,633468
44	44	59,883	0,060	2,635	0,420753	1,643453
45	45	59,077	0,059	2,658	0,424627	1,653213
46	46	59,105	0,059	2,719	0,434382	1,662758
47	47	59,416	0,059	2,793	0,445998	1,672098

48	48	60,425	0,060	2,900	0,462458	1,681241
49	49	60,273	0,060	2,953	0,470319	1,690196
50	50	61,131	0,061	3,057	0,485232	1,698970
51	51	62,371	0,062	3,181	0,502553	1,707570
52	52	62,830	0,063	3,267	0,514167	1,716003
53	53	61,511	0,062	3,260	0,513225	1,724276
54	54	60,074	0,060	3,244	0,511077	1,732394
55	55	58,270	0,058	3,205	0,505804	1,740363
56	56	57,471	0,057	3,218	0,507633	1,748188
57	57	56,042	0,056	3,194	0,504385	1,755875
58	58	55,448	0,055	3,216	0,507310	1,763428
59	59	54,767	0,055	3,231	0,509371	1,770852
60	60	54,647	0,055	3,279	0,515718	1,778151
61	61	55,250	0,055	3,370	0,527662	1,785330
62	62	55,171	0,055	3,421	0,534103	1,792392
63	63	56,708	0,057	3,573	0,552985	1,799341
64	64	57,157	0,057	3,658	0,563249	1,806180
65	65	55,188	0,055	3,587	0,554758	1,812913
66	66	56,085	0,056	3,702	0,568391	1,819544
67	67	55,991	0,056	3,751	0,574193	1,826075
68	68	55,599	0,056	3,781	0,577572	1,832509
69	69	55,938	0,056	3,860	0,586556	1,838849
70	70	56,180	0,056	3,933	0,594676	1,845098
71	71	55,505	0,056	3,941	0,595590	1,851258
72	72	54,139	0,054	3,898	0,590839	1,857332
73	73	52,257	0,052	3,815	0,581467	1,863323
74	74	51,049	0,051	3,778	0,577215	1,869232
75	75	51,125	0,051	3,834	0,583695	1,875061
76	76	49,112	0,049	3,732	0,571997	1,880814
77	77	48,827	0,049	3,760	0,575146	1,886491
78	78	48,907	0,049	3,815	0,581466	1,892095
79	79	50,784	0,051	4,012	0,603354	1,897627
80	80	54,105	0,054	4,328	0,636327	1,903090
81	81	55,757	0,056	4,516	0,654784	1,908485
82	82	55,158	0,055	4,523	0,655422	1,913814
83	83	56,393	0,056	4,681	0,670299	1,919078
84	84	57,886	0,058	4,862	0,686853	1,924279
85	85	56,517	0,057	4,804	0,681598	1,929419
86	86	56,944	0,057	4,897	0,689943	1,934498
87	87	60,991	0,061	5,306	0,724781	1,939519
88	88	65,544	0,066	5,768	0,761016	1,944483
89	89	66,200	0,066	5,892	0,770248	1,949390
90	90	64,008	0,064	5,761	0,760477	1,954243

91	91	59,904	0,060	5,451	0,736497	1,959041
92	92	55,671	0,056	5,122	0,709417	1,963788
93	93	53,144	0,053	4,942	0,693937	1,968483
94	94	52,868	0,053	4,970	0,696317	1,973128
95	95	50,980	0,051	4,843	0,685123	1,977724
96	96	49,744	0,050	4,775	0,679008	1,982271
97	97	47,327	0,047	4,591	0,661881	1,986772
98	98	45,890	0,046	4,497	0,652944	1,991226
99	99	50,170	0,050	4,967	0,696079	1,995635
100	100	54,827	0,055	5,483	0,738991	2,000000

Fuente: Reómetro UOITA – FCIAL – UTA
Elaborado por: Cristian Edwin Sangucho Verdezoto

ANEXO E: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PROXIMALES (NUTRICIONALES)

TABLAS E 1. Análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: DAE LE C 10-080

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-202 A

001-5.10.06

Solicitud No: 16-202	Pág. 1 de 1
Fecha recepción: 13 julio 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 14 - 22 de julio de 2016
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.I.RUC: 0503551777
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangacha Vandenno	Tel: 2800423
Dirección: Latacunga	Celular: 0996148798
Ciudad: Latacunga	E mail: cristianedwin5@gmail.com
Descripción de las muestras:	
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá	Volumen: 5.00 cm ³
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio
Lote: n/a	No de muestras: una
F. Elab: 13 julio 2016	F. Exp: En estudio
Conservación: Ambiente Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 15 días
Criterio seguridad: Ninguno Intoxicación: X Rotón:	Muestreo por el cliente: 13 julio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida de hoja de nopal y maracuyá	20216565	T4	*Proteína	AOAC 991.2 Ed 19, 2012	% (N x 6,25)	0,272
			*Sólidos Totales	AOAC 920.15.1, Ed 19, 2012	%	7,46
			Grasa	PRE1-5.4-19) AOAC 920.15, 2012 2003.06	%	0,010
			pH	AOAC 980.12, Ed 19, 2012	Unidades de pH	3,18
			*Acidez	AOAC 942.15, Ed 19, 2012	mg/100 g Ácido cítrico	1,72
			Aerobios Mesófilos	FE-03-3.4-MEB AOAC 999.02, Ed 19, 2012	UFC/ml	10(e)
			Mohos	FE-01-3.4-MB AOAC 991.02, Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
			Levaduras	FE-01-3.4-MB AOAC 991.02, Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
*Coliformos Totales	FE-01-3.4-MB AOAC 991.14, Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10			

Conds. Ambientales: 20,5 °C; 53%HR

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. El resultado marcado con (e) es valor estimado de conteo, en la dilución más baja.



DIRECTOR
DE CALIDAD

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

073

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento susceptible. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro, y haciendo referencia a la fuente.

La información que se está transmitiendo es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser retransmitida. El uso no es el destinatario de esta información recomendará abstenerse inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-202 B						R01-5.10 06
Solicitud No: 16-202					Pág.: 1 de 1	
Fecha recepción: 13 julio 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 20- 25 de julio de 2016			
Información del cliente:						
Empresa: n/a			C.I./RUC: 0503351777			
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangucho Verdezoto			Tlf: 2800425			
Dirección: Latacunga			Celular: 0996148795			
Ciudad: Latacunga			E mail: cristianedwins5@gmail.com			
Descripción de las muestras:						
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá			Volumen: 500 cm ³			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: frasco de vidrio			
Lote: n/a			No de muestras: una			
F. Elb.: 13 julio 2016			F. Exp.: En estudio			
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:			Almac. en Lab: 15 días			
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:			Muestreo por el cliente: 13 julio 2016			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida de hoja de nopal y maracuyá	20216565	T4	Segundo Control de Estabilidas 7 días			
			*Acidez	AOAC 942.15. Ed 19, 2012	mg/100 g Ácido cítrico	1,73
			Aerobios Mesófilos	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
			Mohos	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
			Levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2013	UFC/ml	< 10
			*Coliformes Totales	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14. Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
Conds. Ambientales: 20,5 °C; 53%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí						CC

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-202 C

R01-5.10 06

Solicitud No: 16-202	Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 13 julio 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 14 - 22 de julio de 2016
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503351777
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangucho Verdezoto	Tlf: 2800425
Dirección: Latacunga	Celular: 0996148795
Ciudad: Latacunga	E mail: cristianedwins5@gmail.com
Descripción de las muestras:	
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá	Volumen: 500 cm ³
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio
Lote: n/a	No de muestras: una
F. Elb.: 13 julio 2016	F. Exp.: En estudio
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 15 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 julio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida de hoja de nopal y maracuyá	20216565	T4	*Proteína	AOAC 991.2 Ed 19, 2012	%(Nx6,25)	0,272
			*Sólidos Totales	AOAC 920.151. Ed 19, 2012	%	7,46
			*Fibra dietética total	AOAC 993.21	%	0,484
			Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	0,010
			*Carbohidratos Totales	Cálculo	%	6,5
			*Energía	Cálculo	kJ kcal	114 27
			*pH	AOAC 981.12. Ed 19, 2012	Unidades de pH	3,18
			*Acidez	AOAC 942.15. Ed 19, 2012	mg/100 g Ácido cítrico	1,72
			Aerobios Mesófilos	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 19, 2012	UFC/ml	10(e)
			Mohos	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
			Levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2013	UFC/ml	< 10
			*Coliformes Totales	PE-01-5.4-MB AOAC R.1: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	< 10
			§Ceniza	AOAC 923.03	%	0,18
			§*Hierro	AOAC 944.02	mg/100 g	1,739
§*Calcio	APHA 4500-Ca	mg/100 g	186,706			

Conds. Ambientales: 20,5 °C; 53%HR

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE
El resultado marcado con (e) es valor estimado de contaje, en la dilución más baja.



DIRECTORA DE CALIDAD
Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí No

CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-202

R01-5.10 06

Solicitud No: 16-202	Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 13 de julio de 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 2016-07-14 a 2016-08-01
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503351777
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangucho Verdezoto	Tlf: 2800425
Dirección: Latacunga	Celular: 0996148795
Ciudad: Latacunga	E mail: cristianedwins5@gmail.com
Descripción de las muestras:	
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá	Volúmen: 500 cm ³
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio
Lote: n/a	No de muestras: una
F. Elb.: 13 julio 2016	F. Exp.: En estudio
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 15 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 julio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Características Organolépticas

Color: Característico	Olor: Característico	Estado: Líquido
Contenido declarado: 500 ml	Contenido encontrado: 500 ml	

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Envejecimiento : Normal en refrigeración	Temperatura: 5±2°C
Tiempo de estudio: 15 días	Fecha Inicio: 13 de julio de 2016
	Fecha Finalización: 01 de agosto de 2016

Ensayos solicitados	Unidades	Primer Control de Estabilidad	Segundo Control de Estabilidad	Tercer Control de Estabilidad
		(día 1)	(7 días)	(21 días)
		14-jul-16	20-jul-16	28-jul-16
*Acidez	mg/100 g Ácido cítrico	1,72	1,73	1,71
Acrobios Mesófilos	Unidades de pH	10(e)	< 10	< 10
Mohos	UFC/ml	< 10	< 10	< 10
Levaduras	UFC/ml	< 10	< 10	< 10
*Coliformes Totales	UFC/ml	< 10	< 10	< 10

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE
El resultado marcado con (e) son valores estimados de contejo, en la dilución más baja.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos, el periodo de vida útil del producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá es de 15 días.

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Rio Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-202

R01-5.10 06

Solicitud No: 16-202	Pág.: 1 de 2
Fecha recepción: 13 julio 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 14 - 22 de julio de 2016
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503351777
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangucho Verdezoto	Tlf: 2800425
Dirección: Latacunga	Celular: 0996148795
Ciudad: Latacunga	E mail: cristianedwins5@gmail.com
Descripción de las muestras:	
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá	Volúmen: 500 cm ³
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio
Lote: n/a	No de muestras: una
F. Elb.: 13 julio 2016	F. Exp.: En estudio
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 15 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 julio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Bebida de hoja de nopal y maracuyá	20216565	T4	*Proteína	AOAC 991.2 Ed 19, 2012	%(Nx6,25)	0,272
			*Sólidos Totales	AOAC 920.151. Ed 19, 2012	%	7,46
			*Fibra dietética total	AOAC 993.21	%	0,484
			Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	0,010
			*Carbohidratos Totales	Cálculo	%	6,5
			*Energía	Cálculo	kJ	114
					kcal	27
			*pH	AOAC 981.12. Ed 19, 2012	Unidades de pH	3,18
			*Acidez	AOAC 942.15. Ed 19, 2012	mg/100 g Ácido cítrico	1,72
			Aerobios Mesófilos	PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 19, 2012	UFC/ml	10(e)
			Mohos	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2012	UFC/ml	< 10
			Levaduras	PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2013	UFC/ml	< 10
			*Coliformes Totales	PE-01-5.4-MB AOAC R.L.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/ml	< 10
			§*Vitamina A	AOAC 992.06	UI/100 g	< 3,35
			§*Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	2,41
			§*Vitamina D	HPLC	UI/100 g	< 0,01
§Ceniza	AOAC 923.03	%	0,18			
§*Hierro	AOAC 944.02	mg/100 g	1,739			
§*Calcio	APHA 4500-Ca	mg/100 g	186,706			



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No:16-202

R01-5.10 06

Solicitud No: 16-202	Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 13 de julio de 2016	Fecha de ejecución de ensayos: 2016-07-14 a 2016-08-01
Información del cliente:	
Empresa: n/a	C.L/RUC: 0503351777
Representante: Sr. Cristian Edwin Sangucho Verdezoto	Tlf: 2800425
Dirección: Latacunga	Celular: 0996148795
Ciudad: Latacunga	E mail: cristianedwins5@gmail.com
Descripción de las muestras:	
Producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá	Volúmen: 500 cm ³
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: frasco de vidrio
Lote: n/a	No de muestras: una
F. Elb.: 13 julio 2016	F. Exp.: En estudio
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab: 15 días
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente: 13 julio 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Características Organolépticas

Color: Característico	Olor: Característico	Estado: Liquido
Contenido declarado: 500 ml	Contenido encontrado: 500 ml	

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Envejecimiento : Normal en refrigeración	Temperatura: 5±2°C
Tiempo de estudio: 15 días	Fecha Inicio: 13 de julio de 2016
	Fecha Finalización: 01 de agosto de 2016

Ensayos solicitados	Unidades	Primer Control de Estabilidad	Segundo Control de Estabilidad	Tercer Control de Estabilidad
		(día 1)	(7 días)	(21 días)
		14-jul-16	20-jul-16	28-jul-16
*Acidez	mg/100 g Ácido cítrico	1,72	1,73	1,71
Aerobios Mesófilos	Unidades de pH	10(e)	< 10	< 10
Mohos	UFC/ml	< 10	< 10	< 10
Levaduras	UFC/ml	< 10	< 10	< 10
*Coliformes Totales	UFC/ml	< 10	< 10	< 10

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. El resultado marcado con (e) son valores estimados de contaje, en la dilución más baja.

CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos, el periodo de vida útil del producto: Bebida de hoja de nopal y maracuyá es de 15 días.


Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

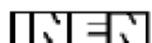
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si CG

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO F: NORMA: NTE INEN 2337 (2008): Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutos y vegetales. Requisitos

TABLAS F 1. Norma técnica ecuatoriana 2337 (2008)



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 337:2008

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.
AI 02.03-465
CUI: 663.5
CIIJ: 3113
ICS:67.150.20

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS.</p>	<p>NTE INEN 2 337:2008 2008-12</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expendien para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las Industrias.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.</p> <p>3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.</p> <p>3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.</p> <p>3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1</p> <p>3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.</p> <p>3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.</p> <p>4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-99 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

- 4.3 Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.
- 4.4 Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.
- 4.5 Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.
- 4.6 No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.
- 4.7 Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.
- 4.8 Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.
- 4.9 Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10 Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11 Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12 Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13 Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14 Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15 La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.
- 4.16 La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.
- 4.17 Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.
- 4.18 Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles ("Brix"), será ponderado al aporte de cada fruta presente.
- 4.19 Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.
- 4.20 Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.
- 4.21 Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.
- 4.22 Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

(Continúa)

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 Requisitos físico- químico

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 Requisitos específicos para los néctares de frutas

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 Requisitos físico - químicos

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles ("Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

(Continúa)

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ⁴⁾ Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca L.</i>	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus L.</i> <i>Vaccinium corymbosum L.</i> <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona Helb</i>	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojia spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia cruenta	<i>Prunus domestica L.</i>	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera L.</i>	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera L.</i>	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica L.</i>	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus L.</i>	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis L.</i>	11,0
Guandaba	<i>Anona muricata L.</i>	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava L.</i>	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon L.</i>	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>	11,0
Manzana	<i>Malus domestica Borkh</i>	6,0
Maracujá (Parchita)	<i>Passiflora edulis Sims</i>	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale L.</i>	11,5
Melón	<i>Cucumis melo L.</i>	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis L.</i>	10,0
Piña	<i>Ananas comosus L.</i>	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus Thunb</i>	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica L.</i>	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum L.</i>	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

⁴⁾ En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

TABLA 2. Especificaciones para el néctar de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	% Aporte de Jugo de fruta	Sólidos Solubles ⁴⁾ Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia</i> sp	25	1,5
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	40	4,6
Arándano (mirtillo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	40	4,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	*	*
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Hellb	25	1,25
Banano	<i>Musa</i> spp	25	5,25
Borojo	<i>Borojoa</i> spp	25	1,75
Carambola (Crawellia china)	<i>Averrhoa carambola</i>	25	1,25
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	50	6,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,25
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	25	1,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus persica</i> L.	40	3,6
Frutilla	<i>Fragaria</i> spp	40	2,4
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	40	2,8
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	25	2,75
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	25	2,75
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	25	1,25
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	*	*
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	20	2,24
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	25	1,13
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	25	1,13
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	50	5,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	25	2,75
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	50	3,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	*	*
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	25	2,88
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	35	1,75
Mora	<i>Rubus</i> spp	30	1,8
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	50	4,5
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	*	*
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	25	2,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	40	4,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	40	4,0
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	40	2,4
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	*	*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra belfacea</i>	25	2,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	50	2,25
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	50	4,0
Uva	<i>Vitis</i> spp	50	5,5
Otros:			
- Alto contenido de pulpa o aroma fuerte		25	-
- Baja acidez, bajo contenido de pulpa o aroma bajo a medio		50	-

* Elevada acidez, la cantidad suficiente para lograr una acidez mínima de 0,5 % (como ácido cítrico)

⁴⁾ En grados Brix a 20°C (con exclusión de azúcar)

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles (¹Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	–	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	–	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	–	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

¹⁾ Para productos enlatados.

(Continua)

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	—	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

En donde:

- NMP = número más probable
- UFC = unidades formadoras de colonias
- UP = unidades propagadoras
- n = número de unidades
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la tabla 5

TABLA 5. Límites máximos de contaminantes

	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As mg/kg	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu mg/kg	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn mg/kg *	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn mg/kg	5,0	NTE INEN 399
Hierro, Fe mg/kg	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb mg/kg	0,05	NTE INEN 271
Patulina (en jugo de manzana)** , mg/kg	50	AOAC 49.7.01
Suma de Cu, Zn, Fe mg/kg	20	
* En el producto envasado en recipientes estafados		
** La patulina es una micotoxina formada por una lactona hemiacetalica, producida por especies del género <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> y <i>Byssodamys</i> .		

5.7 Requisitos Complementarios

5.7.1 El espacio libre tendrá como valor máximo el 10 % del volumen total del envase (ver NTE INEN 394).

5.7.2 El vacío referido a la presión atmosférica normal, medido a 20 °C, no debe ser menor de 320 hPa (250 mm Hg) en los envases de vidrio, ni menor de 160 hPa (125 mm Hg) en los envases metálicos. (ver NTE INEN 392).

(Continúa)

6. INSPECCIÓN

6.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 378.

6.2 **Aceptación o Rechazo.** Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

7.2 Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.3 Los envases metálicos deben cumplir con la NTE INEN 190, Codex Alimentario y FDA.

8. ROTULADO

8.1 El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y en otras disposiciones legales vigentes.

8.2 En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.

8.3 No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 190:1992	Envases metálicos de sellado hermético para alimentos y bebidas no carbonatadas. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 269:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de arsénico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 270:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de cobre
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 271:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de plomo
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 378:1979	Conservas vegetales. Muestreo
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 380:1986	Conservas vegetales. Determinación de sólidos soluble. Método refractométrico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 385:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de estaño
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 389:1986	Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 394:1986	Conservas vegetales. Determinación del volumen ocupado por el producto
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 399:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de zinc
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 400:1979	Conservas vegetales. Determinación del contenido de hierro
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1:2000	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2:2000	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:199	Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-6:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos conformes por la técnica del número más probable
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de conformes fecales y <i>escherichia coli</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10:1998	Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-18:1998	Control microbiológico de los alimentos. <i>Clostridium perfringens</i> . Recuento en tubo por siembra en masa
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074:1996	Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos
AQAC 49.7.01	Patulin In Apple Juice. Thin layer Chromatographic Method 074.18 18th Edition 2005
Programa conjunto FAO/OMS CODEX ALIMENTARIUS	Volumen 2 Residuos de plaguicidas en los alimentos.
EDA Part 193. Tolerances for pesticides In food.	Administered by environmental protection agency. Principios de Buenas prácticas de manufactura.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma técnica colombiana NTC 404	Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas, Bogotá 1998
Norma técnica colombiana NTC 1364	Frutas procesadas. Concentrados de frutas, Bogotá 1996
Norma técnica colombiana NTC 659	Frutas procesadas. Néctares de frutas, Bogotá 1996

Norma Técnica obligatoria Nicaragüense, NTON 03 043 – 03 Norma de especificaciones de néctares, jugos y bebidas no carbonatadas. Managua, 2003

Code of Federal Regulations, Food and Drugs Administration FDA Part 145 Last updated: July 27, 2005

CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO Capítulo XII Artículo 1040 - (Res 2067, 11.10.88) hasta Artículo 1051 - (Res 2067, 11.10.88), Actualizado al 2003

Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (actualizado a agosto del 2006) TITULO XXVII DE LAS BEBIDAS ANALCOHOLICAS, JUGOS DE FRUTA Y HORTALIZAS Y AGUAS ENVASADAS Párrafo I de las bebidas analcohólicas ARTÍCULO 480, Santiago, 2006

Programa Conjunto FAO/OMS Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAN 247-2005)

Programa conjunto FAO/OMS General Standard for food additives Codex Stan 192-1995 (Rev. 6-2005)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 337 **TÍTULO:** JUGOS, PULPAS DE FRUTAS, CONCENTRADOS DE FRUTAS, NECTARES DE FRUTAS, Y VEGETALES. **Código:** AL 02.03.465 **REQUISITOS.**

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2005	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Jugos
Fecha de iniciación: 2005-12-14 Fecha de aprobación: 2006-07-19
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Juan José Vaca (Presidente)	Refreshment Product Services Ecuador
Dra. Meyra Manzo	Instituto Nacional de Higiene, Guayaquil
Dra. Loyde Triana	Instituto Nacional de Higiene, Guayaquil
Dra. Mayra Llaguno	Instituto Nacional de Higiene, Quito
Ing. Clara Benavides	SUMESA
Ing. Julio Yáñez	QUICORNAC
Ing. Jezabel Cáceres	Colegio de Ingenieros de Alimentos
Ing. Dulcinea Villena	Colegio de Ingenieros de Alimentos
Dr. Daniel Pazmiño	DPA (Nestlé – Forterra)
Dra. Alexandra Levoyer	INDUQUITO
Dr. Marco Dehesa	LEENRIKE FROZEN FOOD
Ing. Ana Correa	MICIP
Econ. Leonardo Toscazo	CAPEPI
Ing. Ruth Gamboa	PLANHOFA
Dra. Lorena Vásquez	NESTLE
Dra. Janet Córdova	Particular
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)	INEN - Regional Chimborazo

Otros trámites: Esta norma anula a las NTE INEN 432, 433, 434, 435, 436, 437 y 2 298.

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2006-03-28

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 074-2008 de 2008-05-19
Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17