

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón.”

Trabajo de titulación previa a la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORAS: Castillo Camacho Shakira Valeria

Villena Álvarez Celina Viviana

TUTOR: Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

Tulcán, 2020

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Castillo Camacho Shakira Valeria con el número de cédula 2100755244 ha elaborado el trabajo de titulación: “Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Firmado electrónicamente por:
**FRANCISCO JAVIER
DOMINGUEZ
RODRIGUEZ**



Firmado electrónicamente por:
**LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ**

.....
Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

TUTOR

.....
Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

LECTORA

Tulcán, agosto de 2020

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Villena Álvarez Celina Viviana con el número de cédula 2100886171 ha elaborado el trabajo de titulación: “Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón.”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Firmado electrónicamente por:
**FRANCISCO JAVIER
DOMINGUEZ
RODRIGUEZ**



Firmado electrónicamente por:
**LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ**

.....
Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

TUTOR

.....
Chamorro Hernández Liliana Margoth, MSc.

LECTORA

Tulcán, agosto de 2020

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Castillo Camacho Shakira Valeria con cédula de identidad número 2100755244 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Shakira Valeria Castillo Camacho', with a large, stylized flourish above the name.

.....
Castillo Camacho Shakira Valeria
AUTORA

Tulcán, agosto de 2020

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Villena Álvarez Celina Viviana con cédula de identidad número 2100886171 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....

Villena Álvarez Celina Viviana
AUTORA

Tulcán, agosto de 2020

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Castillo Camacho Shakira Valeria declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....
Castillo Camacho Shakira Valeria
AUTORA

Tulcán, agosto de 2020

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Villena Álvarez Celina Viviana declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón.” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....

Villena Álvarez Celina Viviana
AUTORA

Tulcán, agosto de 2020

AGRADECIMIENTO

*Agradecemos a **Dios** por la vida de nuestros padres, también porque cada día bendijo nuestras vidas con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que más nos aman y amamos, por cada momento vivido durante todos estos años, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana poder empezar de nuevo, sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas durante el día anterior.*

*Gracias a nuestra **universidad**, por habernos permitido formarnos profesionalmente y a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de nuestro paso por la universidad.*

*Queremos agradecer a nuestro **tutor** Francisco Domínguez y **lectora** Liliana Chamorro, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos. Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a la paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento, hemos logrado culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.*

*Queremos agradecer de manera muy especial a la **docente** Judith García por brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científicos en el área de estadística.*

DEDICATORIA

A mis padres, Mercedes Camacho y Regulo Castillo quienes han dedicado su vida para verme formada como una profesional.

Shakira Castillo

A mis padres Luis Villena y Gloria Álvarez, quienes me enseñaron el valor de luchar día a día para conseguir mis sueños, con su apoyo incondicional me han permitido llegar a ser una profesional. A mi compañero de vida Juan Carlos Ruales, por su amor, confianza y apoyo, permitiéndome de esta manera cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi madrina Norma Garcés, por estar siempre presente y por brindarme sus consejos y palabras de aliento día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.

Viviana Villena

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.4. OBJETIVOS.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos	2
1.4.3. Preguntas de investigación.....	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	4
2.2. MARCO TEÓRICO	6
2.2.1. Sábila (<i>Aloe vera</i>)	6
2.2.1.1. Definición.....	6
2.2.1.2. Taxonomía.....	6
2.2.1.3. Especies.....	6
2.2.1.3.1. <i>Aloe barbadensis</i> Miller.....	7
2.2.1.3.2. <i>Aloe succotrina</i>	7
2.2.1.3.3. <i>Aloe ferox</i> Miller	8
2.2.1.3.4. <i>Aloe arborescens</i>	8
2.2.1.4. Descripción morfológica	9
2.2.1.4.1. Capa externa.....	9
2.2.1.4.2. Capa intermedia	9
2.2.1.4.3. Capa interna	10
2.2.1.5. Composición química y nutricional	10
2.2.1.6. Propiedades	11
2.2.1.6.1. Efecto antiviral.....	12

2.2.1.6.2. Efecto antiinflamatorio	12
2.2.1.6.3. Efecto antioxidante	12
2.2.1.6.4. Efecto cicatrizante.....	13
2.2.1.7. Producción nacional	13
2.2.1.8. Usos en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria.....	14
2.2.1.8.1. Uso cosmético.....	14
2.2.1.8.2. Uso farmacéutico	14
2.2.1.8.3. Uso alimentario.....	15
2.2.2. Deshidratación osmótica.....	15
2.2.2.1. Definición.....	15
2.2.2.2. Tipos de soluciones	16
2.2.2.3. Agentes deshidratantes	16
2.2.2.4. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica	16
2.2.2.5. Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación	17
2.2.2.5.1. Temperatura de la solución osmótica.....	18
2.2.2.5.2. Agitación de la solución osmótica	18
2.2.2.5.3. Concentración de la solución osmótica.....	18
2.2.2.5.4. Agentes osmóticos (solutos)	19
2.2.2.5.5. Geometría y tamaño del producto.....	19
2.2.2.5.6. Relación masa de solución/masa de producto.....	19
2.2.2.6. Aspectos tecnológicos	19
2.2.2.7. Ventajas.....	20
2.2.3. Industria de las bebidas.....	20
2.2.3.1. Bebidas no alcohólicas	21
2.2.3.2. Bebidas no carbonatadas	21
2.2.3.2.1. Refrescos.....	21
2.2.3.2.2. Caracterización de los refrescos.....	21

2.2.4. Aditivos alimentarios	22
2.2.4.1. Justificación del uso de aditivos	22
2.2.4.2. Clasificación de los aditivos	23
2.2.4.3. Antioxidantes.....	24
2.2.4.3.1. Ácido cítrico (E-330)	24
2.2.4.3.2. Ácido ascórbico (E-300)	24
2.2.4.4. Agentes de firmeza y textura	25
2.2.4.4.1. Cloruro de calcio (E-509)	25
2.2.4.5. Estabilizantes.....	25
2.2.4.5.1. Goma gellan (E-418).....	25
2.2.4.6. Potenciadores del sabor	25
2.2.4.6.1. Clasificación según su origen	26
2.2.4.6.2. Saborizante a naranja idéntico al natural	26
2.2.4.6.3. Saborizante a limón idéntico al natural.....	26
2.2.4.7. Edulcorantes	27
2.2.4.7.1. Sacarosa	27
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	28
3.1.1. Enfoque.....	28
3.1.2. Tipo de investigación.....	28
3.1.2.1. Experimental	28
3.2. HIPÓTESIS	28
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	28
3.3.1. Variables independientes	28
3.3.2. Variables dependientes	28
3.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30

3.4.1. Flujograma de procesos para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón	30
3.4.2. Proceso para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón	31
3.4.2.1. Control de calidad de la materia prima	31
3.4.2.2. Primera fase: deshidratación osmótica de los trozos de sábila.....	31
3.4.2.3. Segunda fase: formulación de las bebidas.....	32
3.4.3. Formulaciones para la deshidratación osmótica de trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>)	32
3.4.4. Formulaciones para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón	33
3.4.5. Métodos empleados en la elaboración de las bebidas.....	35
3.4.5.1. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados.....	35
3.4.5.1.1. Determinación de sólidos solubles totales (SST).....	35
3.4.5.1.2. Determinación de porcentaje en peso	35
3.4.5.1.3. Determinación de firmeza.....	35
3.4.5.2. Análisis sensorial de las bebidas	36
3.4.5.3. Análisis del tiempo de vida útil de las bebidas	36
3.4.5.3.1. Determinación de acidez titulable.....	36
3.4.5.3.2. Determinación del potencial de hidrógeno (pH).....	37
3.4.5.3.3. Determinación de sólidos solubles totales (SST).....	37
3.4.5.3.4. Determinación de polifenoles totales (PFT)	37
3.4.5.3.5. Determinación de coliformes fecales, <i>E. coli.</i> , aerobios mesófilos, mohos y levaduras	38
3.4.5.3.6. Determinación de las características sensoriales de las bebidas	38
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
3.5.1. Factores de estudio.....	39
3.5.1.1. Factor A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>)	39
3.5.1.2. Factor B: Concentración del saborizante.....	39

3.5.2. Diseño experimental	39
3.5.3. Esquema del análisis estadístico	40
3.5.4. Análisis funcional	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.1. Resultados.....	41
4.1.2. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados	41
4.1.2.1. Sólidos solubles totales (SST)	41
4.1.2.2. Porcentaje en peso	42
4.1.2.3. Firmeza.....	42
4.1.3. Análisis sensorial de las bebidas.....	43
4.1.4. Tiempo de vida útil de las bebidas.....	52
4.2. DISCUSIÓN.....	59
4.2.1. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados	59
4.2.1.1. Sólidos solubles totales (SST)	59
4.2.1.2. Porcentaje en peso	60
4.2.1.3. Firmeza.....	61
4.2.2. Tiempo de vida útil de las bebidas.....	61
4.2.2.1. Acidez titulable.....	61
4.2.2.2. Potencial de hidrógeno (pH).....	61
4.2.2.3. Sólidos solubles totales (SST).....	62
4.2.2.4. Polifenoles totales (PFT)	62
4.2.2.5. Análisis microbiológicos	62
4.2.2.6. Análisis sensorial.....	63
4.3. Interpretación de Hipótesis.....	63
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones	64

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
VII. ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Aloe barbadensis</i> Miller.	7
Figura 2. <i>Aloe succotrina</i>	7
Figura 3. <i>Aloe ferox</i> Miller.	8
Figura 4. <i>Aloe arborescens</i>	8
Figura 5. Representación esquemática de las hojas de sábila.	9
Figura 6. Partes de la hoja de sábila.	10
Figura 7. Transferencia de masa en la deshidratación osmótica.	17
Figura 8. Tipos de bebidas.	20
Figura 9. Flujograma de procesos para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.	30
Figura 10. Aceptabilidad general de las bebidas con sabor a naranja.	49
Figura 11. Aceptabilidad general de las bebidas con sabor a limón.	52
Figura 12. Variación de la acidez titulable de las bebidas en función del tiempo.	53
Figura 13. Variación del pH de las bebidas en función del tiempo.	54
Figura 14. Variación de sólidos solubles totales de las bebidas en función del tiempo.	54
Figura 15. Curva de calibración del ácido gálico.	55
Figura 16. Variación del contenido de polifenoles en función del tiempo.	56
Figura 17. Resultado del análisis sensorial durante el estudio del tiempo de vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a naranja.	58
Figura 18. Resultado del análisis sensorial durante el estudio del tiempo de vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.	58
Figura 19. Proceso de la deshidratación osmótica de los trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>)	76
Figura 20. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	77
Figura 21. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón	78
Figura 22. Diagrama de Pareto estandarizado de la acidez titulable de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	83

Figura 23. Diagrama de Pareto estandarizado del pH de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	83
Figura 24. Diagrama de Pareto estandarizado de los sólidos solubles totales (°Brix) de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja	83
Figura 25. Diagrama de Pareto estandarizado de la acidez titulable de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.	84
Figura 26. Diagrama de Pareto estandarizado del pH de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón	84
Figura 27. Diagrama de Pareto estandarizado de los sólidos solubles totales (°Brix) de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.....	84
Figura 28. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja	85
Figura 29. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.....	86
Figura 30. Diagrama de Pareto estandarizado de la aceptabilidad del análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja	87
Figura 31. Diagrama de Pareto estandarizado de la aceptabilidad del análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.....	87
Figura 32. Resultados de Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.....	88
Figura 33. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.	89
Figura 34. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4	90
Figura 35. Resultados de Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.....	91
Figura 36. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.	92
Figura 37. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.	93
Figura 38. Ganancia de SST a 50 °Brix vs. Tiempo.	94
Figura 39. Ganancia de SST a 55 °Brix vs. Tiempo.	94
Figura 40. Ganancia de SST a 60 °Brix vs. Tiempo.	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la sábila.	6
Tabla 2. Componentes químicos y nutricionales del gel de sábila (<i>Aloe vera</i>).	11
Tabla 3. Cultivo de sábila en el Ecuador.	14
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para los refrescos.	22
Tabla 5. Requisitos microbiológicos para los refrescos.	22
Tabla 6. Código, clase funcional y definición de los aditivos.	23
Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas del ácido ascórbico.	24
Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas del saborizante a naranja idéntico al natural.	26
Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas del saborizante a limón idéntico al natural.	27
Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas de la sacarosa.	27
Tabla 11. Operacionalización de variables.	29
Tabla 12. Formulaciones de las soluciones para la deshidratación osmótica de 200 g de sábila.	32
Tabla 13. Formulaciones para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	33
Tabla 14. Formulaciones para elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.	34
Tabla 15. Preparación de la curva patrón de ácido gálico.	37
Tabla 16. Factor A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>).	39
Tabla 17. Concentración del saborizante (naranja y limón).	39
Tabla 18. Esquema del experimento.	40
Tabla 19. Esquema del análisis estadístico.	40
Tabla 20. Caracterización fisicoquímica de las hojas de sábila (<i>Aloe vera</i>).	41
Tabla 21. SST en °Brix de los tres tratamientos.	41
Tabla 23. Porcentaje en peso de los tres tratamientos.	42
Tabla 22. Firmeza en Newton de los tres tratamientos.	42
Tabla 24. Caracterización fisicoquímica de las bebidas con sabor a naranja.	43
Tabla 25. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante a naranja) de la acidez, el pH y los SST de las bebidas con sabor a naranja.	43
Tabla 26. Caracterización fisicoquímica de las bebidas con sabor a limón.	44

Tabla 27. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante a limón) de la acidez, el pH y los SST de las bebidas con sabor a limón.	45
Tabla 28. Caracterización microbiológica de las bebidas con sabor a naranja.	45
Tabla 29. Caracterización microbiológica de las bebidas con sabor a limón.	46
Tabla 30. Resultados del atributo color de las bebidas con sabor a naranja.	46
Tabla 31. Resultados del atributo olor de las bebidas con sabor a naranja.	47
Tabla 32. Resultados del atributo sabor de las bebidas con sabor a naranja.	47
Tabla 33. Resultados del atributo textura de los trozos de sábila de las bebidas sabor.	48
Tabla 34. Resultados del atributo color de las bebidas con sabor a limón.	49
Tabla 35. Resultados del atributo olor de las bebidas con sabor a limón.	50
Tabla 36. Resultados del atributo sabor de las bebidas con sabor a limón.	50
Tabla 37. Resultados del atributo textura de los trozos de sábila de las bebidas sabor.	51
Tabla 38. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante) de la aceptabilidad global de las bebidas sabor a naranja y limón.	52
Tabla 39. Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de la vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a naranja.	56
Tabla 40. Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de la vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a limón.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación.	72
Anexo 2. Informe del abstract emitido por el Centro de Idiomas.	74
Anexo 3. Proceso de la deshidratación osmótica de los trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>).	75
Anexo 4. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	77
Anexo 5. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.	78
Anexo 6. Cálculo para la formulación de la deshidratación osmótica (50, 55 y 60 °Brix).	79
Anexo 7. Hoja de cata para bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	80
Anexo 8. Hoja de cata para bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.	81

Anexo 9. Hoja de cata utilizada para la determinación de la vida útil de los tratamientos T4 y T6.....	82
Anexo 10. Caracterización fisicoquímica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	83
Anexo 11. Análisis fisicoquímico de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.....	84
Anexo 12. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.	85
Anexo 13. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.....	86
Anexo 14. Análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.	87
Anexo 15. Resultados de Coliformes fecales y <i>E. coli</i> durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.....	88
Anexo 16. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.	89
Anexo 17. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.	90
Anexo 18. Resultados de Coliformes fecales y <i>E. coli</i> durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.....	91
Anexo 19. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.	92
Anexo 20. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.	93
Anexo 21. Análisis preliminares de sólidos solubles totales (SST) en los trozos de sábila.....	94

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad elaborar bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón. Esta planta tiene un bajo nivel de industrialización en el área de alimentos, debido a que sus características sensoriales son desagradables para algunos consumidores. Para el proceso de deshidratación osmótica se utilizaron trozos de sábila de 0,5 x 0,5 x 0,5 cm y se sumergieron en soluciones hipertónicas de 50, 55 y 60 °Brix, manteniendo constante la temperatura (30 °C) y el tiempo de deshidratación (3 horas). La concentración de la solución osmótica influyó en los sólidos solubles totales, firmeza y porcentaje en peso de los trozos de sábila. Para las formulaciones se utilizaron un 3% de trozos de sábila osmodeshidratados para los dos ensayos, empleando unas concentraciones de saborizante de 0,16%, 0,20% y 0,24% para las bebidas sabor a naranja y concentraciones de saborizante de 0,05%, 0,075% y 0,1% para las bebidas sabor a limón. Estas bebidas se analizaron sensorialmente con la participación de 50 panelistas para cada ensayo, con el fin de determinar su aceptabilidad. Los mejores tratamientos fueron el T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,1% saborizante a limón). La estabilidad se determinó a 4 °C evaluando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. La acidez, el pH, los sólidos solubles totales y polifenoles totales no variaron significativamente y permanecieron sin crecimiento de coliformes fecales, *E. coli.*, aerobios mesófilos, mohos y levaduras. La pérdida de las características sensoriales de olor y sabor permitieron determinar el tiempo de vida útil de las dos bebidas, el mismo que fue de 24 días en refrigeración a 4 °C.

Palabras claves: sábila, deshidratación osmótica, bebidas.

ABSTRACT

The objective of this research was to obtain beverages enriched with pieces of Aloe (*Aloe vera*) which were dehydrated through osmosis and flavored with orange and lemon. This plant has a low industrialization level in the food area due to its sensory characteristics are unpleasant for certain consumers. In the osmotic dehydration process, aloe pieces of 0,5 x 0,5 x 0,5 cm were used, same that were immersed in hypertonic solutions of 50, 55 and 60 ° Brix, keeping a constant temperature (30 °C) and dehydration time (3 hours). The osmotic solution concentration had an influence in the total soluble solids, firmness, and weight percentage of aloe pieces. For the two tests, 3% of osmodehydrated aloe pieces were used in the formulations. For the orange flavored beverages, it was used 0.16%, 0.20% and 0.24% of flavoring concentrations, and for the lemon ones a flavoring concentration of 0.05%, 0.075% and 0.1%. To determine the acceptability, the beverages were sensory analyzed with the participation of 50 panelists for each trial. The best treatments were T4 (55 ° Brix + 0.16% orange flavoring) and T6 (55 °Brix + 0.1% lemon flavoring). Testing physicochemical, microbiological and sensory parameters the stability was determined at 4 °C. Acidity, pH, total soluble solids and total polyphenols did not vary significantly and remained without growth of fecal coliforms, E. coli., Mesophilic aerobes, molds and yeasts. The loss of odor and flavor sensory characteristics allowed determining the shelf life of the two drinks, which was 24 days in refrigeration at 4 °C.

Key words: Aloe, osmotic dehydration, drinks.

INTRODUCCIÓN

La sábila (*Aloe vera*) es una planta medicinal de tallo corto y hojas alargadas de color verde, las cuales están compuestas por un mucílago transparente que contiene una fuente de sustancias activas que incluyen polisacáridos bioactivos, principalmente glucomananos parcialmente acetilados, vitaminas, minerales, enzimas, azúcares, antraquinonas de compuestos fenólicos, lignina, saponinas, esteroides, aminoácidos y ácido salicílico (Mishra & Sangma, 2017).

En la industria alimentaria en Ecuador el uso del gel de sábila es mínimo, debido a que sus características sensoriales no son del agrado para la mayoría de las personas, por ende, su consumo directo es bajo y no se aprovechan todos los beneficios que se le acreditan.

Por otra parte, cabe señalar que la aplicación del proceso de deshidratación osmótica es una alternativa para mejorar las características sensoriales de la sábila, ya que es una técnica de conservación aplicada a los alimentos, que promueve la reducción parcial del agua, extiende su vida útil y permite mejorar principalmente las propiedades sensoriales del producto (Landim, Martins & Barbosa, 2016).

Los trozos de sábila osmodeshidratados se los puede utilizar para elaborar refrescos, los cuales se preparan disolviendo azúcar granulada (sacarosa) en agua especialmente tratada, a la cual se le puede agregar saborizantes, aromatizantes, colorantes, acidulantes y conservantes. También, se pueden agregar otros componentes, como jugo de fruta o fruta triturada, edulcorantes artificiales, antioxidantes, vitaminas, minerales, cafeína, quinina y otros extractos herbales (Ashurst, 2016).

El mercado de los refrescos es competitivo cada día, por ende, su innovación está en el uso de materias primas herbales, las cuales son un plus para los consumidores que buscan refrescarse con productos contengan ingredientes naturales (Cuesta, 2018).

De esta manera, se pretende promover el cultivo de la sábila a nivel agrícola en la zona 1 (provincias Imbabura y Pichincha) ya que en estos lugares se favorece el cultivo de esta planta por su clima cálido. Al mismo tiempo, se fortalece la matriz productiva y la soberanía alimentaria de las comunidades de estas provincias y sus alrededores.

Por lo anteriormente mencionado esta investigación tuvo como propósito determinar la factibilidad del uso del proceso de deshidratación osmótica en trozos de sábila (*Aloe vera*), para formular bebidas saborizadas a naranja y limón

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador se cultiva la sábila (*Aloe vera*) de forma casera y se utiliza principalmente para aliviar afecciones cutáneas y mejorar la digestión. Actualmente, se ha evidenciado un incremento en la producción de esta planta de 50 a 882 hectáreas desde el año 2012 al 2015 (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad], 2015) debido al aumento de su demanda a nivel nacional e internacional en las industrias farmacéuticas y cosméticas.

Esta planta se cultiva en las regiones Costa y Sierra, principalmente en las provincias de Pichincha, Imbabura, Guayas, Manabí, Esmeraldas, Santa Elena y El Oro, debido a su régimen anual de lluvias que favorece al desarrollo del cultivo de la misma. A pesar del crecimiento del cultivo de sábila en las diferentes provincias y de su bajo costo, solo es utilizada por las microempresas dedicadas a fabricar productos para la salud y belleza (Banda, 2016).

Sin embargo, en la industria procesadora de alimentos el uso de la sábila es incipiente debido a la falta de interés en buscar nuevos productos, lo cual puede generar grandes pérdidas de oportunidades comerciales y disminución de ganancias en el sector agrícola (Castañeda y Ledesma, 2017). Otro factor importante a considerar son las características sensoriales del gel de sábila, las cuales son un poco desagradables para la mayoría de las personas. Por este motivo el gel de sábila se ha utilizado principalmente en otras industrias (Vera y Asanza, 2016).

Además, en el área de alimentos se está desaprovechando las diversas propiedades benéficas que se le acreditan al gel de sábila, tales como: antivirales, antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias y propiedades nutritivas (vitaminas, minerales, aminoácidos, enzimas, proteínas, entre otros) (Izaguirre, Belmares y Cruz, 2015).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es factible el uso de la deshidratación osmótica en trozos de sábila (*Aloe vera*) para formular bebidas con sabor a naranja y limón?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Gran parte del mercado se ha inclinado por el consumo de alimentos y bebidas saludables, que sean naturales, bajos en calorías, incluyan frutas, plantas medicinales, verduras, entre otros (International Agency for Research on Cancer [AIRC], 2016). Por esta razón, se buscan

alternativas innovadoras que involucren el uso de materias primas poco utilizadas con gran potencial económico y nutritivo como es el caso del gel de sábila (*Aloe vera*).

El crecimiento del consumo de la sábila bajo cualquier presentación ya sean productos como cremas hidratantes y antienvjecimiento, lociones corporales y exfoliaciones, champús y acondicionadores, jabones líquidos y sólidos, fórmulas dentales, cápsulas, yogures, bebidas, alimento fresco, entre otros, ha tenido una elevada demanda en el mercado, debido a las diversas propiedades que se le acreditan (Rahman, Carter & Bhattarai, 2017).

El uso del gel de sábila en la industria alimentaria se podría considerar como un buen negocio en la actualidad, debido a que este gel puede ser transformado mediante el método de deshidratación osmótica en una solución hipertónica azucarada con el propósito de mejorar sus atributos sensoriales mediante la ganancia de sólidos solubles totales y ser utilizado para formular bebidas (Banda, 2016).

La introducción de productos no tradicionales presenta un aumento cada vez más evidente, la necesidad de buscar nuevas y mejores perspectivas de mercado, han hecho que los inversionistas busquen nuevas alternativas de industrialización para ofrecer productos de calidad que se ajusten a las necesidades de los diferentes consumidores (Castañeda y Ledesma, 2017).

La importancia del uso del gel de sábila en productos alimenticios radica en sus múltiples beneficios, ya que posee más de 75 compuestos biológicamente activos, siendo los más importantes las vitaminas (A, C, E, B1, B2 y B6), minerales (calcio, fósforo, potasio), aminoácidos (arginina, lisina, valina), enzimas (amilasa, catalasa, lipasa) y el glucamanano que es una fibra soluble (Izaguirre *et al.*, 2015).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Elaborar bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la influencia de las soluciones osmóticas en los parámetros: sólidos solubles totales, firmeza y porcentaje en peso de los trozos de sábila para la formulación de bebidas.

- Evaluar sensorialmente la preferencia de las bebidas a diferentes concentraciones de sólidos solubles totales en los trozos de sábila osmodeshidratados y saborizantes a naranja y limón, para la determinación del mejor tratamiento de cada ensayo.
- Determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento de cada ensayo mediante los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

1.4.3. Preguntas de investigación

- ¿Cómo influye la concentración de las soluciones osmóticas en los parámetros sólidos solubles totales, firmeza y porcentaje en peso de los trozos de sábila osmodeshidratados?
- ¿Cuál es la concentración ideal de sólidos solubles totales en los trozos de sábila osmodeshidratados y saborizante a naranja y limón para la formulación de bebidas de acuerdo al panel de catadores?
- ¿Cuál es el tiempo de vida útil de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Altamar, Bolívar y Mercado (2017) utilizaron la sábila (*Aloe barbadensis Miller*) como materia principal, además usaron colorante vegetal, sabor a limón vegetal, sacarosa y agua para la elaboración de golosinas deshidratadas por ósmosis. En la solución osmótica tomaron como variables de estudio la concentración de sólidos solubles totales (55 y 75 °Brix) y el tiempo de inmersión (1, 2 y 3 días), los cuales influyeron en la pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles totales. Obtuvieron como resultado que la pérdida de peso de los cubos de sábila está directamente influenciada por la concentración de sólidos solubles totales y el tiempo de inmersión, mientras que la transferencia de sólidos está influenciada por la concentración del jarabe. El T6 (75 °Brix por 3 días de inmersión) presentó el mayor rendimiento en la pérdida de peso (65%) y ganancia de sólidos solubles totales (21 °Brix) y le realizaron pruebas sensoriales, dando como resultado que al 80% de 30 catadores les gustó mucho estas golosinas.

Banda (2016) desarrolló una bebida de mora (*Rubus glaucus benth*) con trozos deshidratados de sábila (*Aloe vera L.*) por ósmosis e impregnación al vacío. En el proceso de deshidratación osmótica tomó en cuenta tres factores: concentración de la solución (50, 60 y 70 °Brix), tiempo de impregnación al vacío (5, 10 y 15 min) y el tiempo de deshidratación (3, 5 y 7 h), los cuales influyeron en la ganancia de sólidos solubles totales, la textura y el color de los trozos de sábila. Las mejores condiciones para deshidratar fueron: solución osmótica 54 °Brix, 13 min de impregnación al vacío y 6 h de deshidratación. Realizaron tres formulaciones variando el porcentaje de sábila (10%, 15% y 20%) y mediante un análisis sensorial de 12 panelistas entrenados determinaron que la segunda formulación (15%) era la más aceptable. Además, la estabilidad del producto final fue determinado durante 60 días a 4, 20 y 25 °C, midiendo el pH, acidez titulable, sólidos solubles totales y realizando análisis microbiológicos y sensoriales. Durante el periodo de almacenamiento los parámetros fisicoquímicos no variaron significativamente con respecto a la temperatura, no hubo presencia de microorganismos y los atributos sensoriales tampoco presentaron variación significativa. El tiempo de vida útil se determinó hasta el día en que los polifenoles llegaron al 50% de su cantidad inicial.

Castañeda y Ledesma (2017) diseñaron una bebida de fruta baja en calorías con sábila (*Aloe vera*) y stevia. La bebida fue elaborada con una relación 20:80 (pulpa de achotillo: agua), endulzada con stevia (0,8%) y utilizando como aditivos goma xanthan (0,02%) y ácido ascórbico (0,04%). Esta bebida contenía trozos de sábila al 30% tratados osmóticamente en una

solución de agua 70%, cloruro de calcio 2% y stevia 3% por 3 h, fue pasteurizada a 85 °C por 15 min donde el tratamiento térmico fue validado por los resultados microbiológicos y envasada en botellas de PET de 250 ml. En la evaluación sensorial de las formulaciones no hubo diferencias significativas por lo que la formulación final fue seleccionada por su bajo costo de producción, con un valor de \$1,50 por botella de 250 ml. Realizaron análisis de textura, pH, acidez, °Brix, microbiológico y valor nutricional de la bebida, cumpliendo la norma NTE INEN 2337:2008. Además, fue caracterizada por evaluación sensorial, actividad antioxidante y contenido de polifenoles, y textura de los cristales de sábila. En el análisis nutricional obtuvo 53 Kcal y 2674,097 µM de Trolox/100 g de antioxidantes similar a la bebida de naranja 2696,112 µM de Trolox/100 g. Se pudo concluir que la bebida es nutricionalmente buena con un costo bajo comparado con productos similares que se encuentran en el mercado.

García, Bejarano, Paredes, Vega y Encinas (2018) evaluaron el efecto de la deshidratación osmótica en la calidad fisicoquímica y concentración de vitamina C en piña (*Ananas comosus*) deshidratada. Realizaron una caracterización fisicoquímica de 100 g de pulpa fresca de piña (*Ananas comosus*), humedad 91,86%, sólidos solubles totales 9,7 °Brix, acidez total 0,896%, pH 3,8 y vitamina C 18 mg/100 g. Para el proceso de deshidratación osmótica utilizaron 250 g de trozos de piña de 0,5 cm de espesor previamente sometidos al proceso de escaldado (90 °C por 15 s) y se sumergieron en 500 ml de solución osmótica a 60, 65 y 70 °Brix por 3, 6, 24 y 48 h. El T12 (70 °Brix por 48 h) presentó las mejores características fisicoquímicas, humedad 15,23%, sólidos solubles totales 25,1 °Brix, acidez 0,79%, pH 4,35 y mayor contenido de vitamina C 10,39 mg/100 g.

Pandharipande & Parkhi (2015) en la estimación de la tasa de secado osmótico para las rebanadas de sábila (*Aloe vera*) usando una red neuronal artificial, mencionan que utilizaron rodajas de sábila de 5 por 1,5 cm y 10 por 5 cm, las sumergieron en soluciones a 30, 40, 50 °Brix por 120 min y evaluaron la pérdida de peso de las rebanadas de sábila sometidas a deshidratación osmótica con el proceso de secado por convección, secado al vacío y secado al horno. El peso de las rodajas de sábila disminuye en un tiempo no lineal. Inicialmente, la pérdida de peso es más alta y disminuye gradualmente, lo cual se debe a la migración de la humedad de las rodajas de sábila a la solución de sacarosa. Los resultados de la pérdida de peso de las rodajas fueron 51,25%, 38,29%, 33,61% y 64,66% expuestas a los procesos de secado por convección, al vacío, al horno y deshidratación osmótica, respectivamente. Entonces, el mejor tratamiento para disminuir el peso del *Aloe vera* es la deshidratación osmótica a condiciones de 30 °Brix a 40 °C por 120 min.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sábila (*Aloe vera*)

2.2.1.1. Definición

Las plantas de sábila (*Aloe vera*) tienen hojas verdes y carnosas cubiertas por una cutícula o cáscara gruesa, bajo la cual se encuentra una delgada capa vascular que cubre una pulpa transparente interior. Las hojas miden entre 30-50 cm de largo y 10 cm de ancho en la base, son de color verde guisante (cuando son jóvenes presentan manchas blancas) y con flores tubulares amarillas de 25-35 cm de longitud dispuestas en una espiga delgada y suelta (AIRC, 2016).

Xiaoqing & Nan (2016) definen a la sábila de la siguiente manera:

Es una planta suculenta o xerófila, perenne sin tallo o de tallo muy corto con hojas alargadas y puntiagudas en las que se almacenan grandes cantidades de agua en el tejido para sobrevivir en regiones áridas con poca o irregular lluvia. Las hojas son de color verdes y carnosas, varían entre una altura de 30 a 60 cm. (pp. 77-96)

2.2.1.2. Taxonomía

Taxonómicamente la sábila pertenece a la familia *Aloaceae* y está relacionada con la familia de los lirios (ver tabla 1) (Sánchez, López, Sendón & Sanches, 2017).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la sábila.

Rango	Nombre científico
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Liliidae</i>
Orden	<i>Liliales</i>
Familia	<i>Aloaceae</i>
Género	<i>Aloe L.</i>
Especie	<i>Aloe barbadensis Miller</i>

Fuente: Sánchez *et al.* 2017. *Ancient knowledge with new frontiers*. Trends in Food Science & Technology. 61(14).

2.2.1.3. Especies

Según Sánchez *et al.* (2017) se ha comprobado científicamente que existen cuatro especies de sábila (*Aloe vera*) las que presentan mayores propiedades medicinales: *Aloe barbadensis Miller*, *Aloe succotrina*, *Aloe ferox Miller* y *Aloe arborescens*.

2.2.1.3.1. *Aloe barbadensis* Miller

Esta planta también se la conoce con el nombre de *Aloe vera*, *Aloe vulgaris* o *Aloe perfoliata*. Tiene un tallo erguido, hojas alargadas con dientes curvados hacia delante, carnosas y ricas en agua, las cuales pueden alcanzar una altura de 50-70 cm y un ancho en la base de 5-7 cm, presentan una coloración de verde oscuro a verde azulado, las flores son tubulares, colgantes y amarillas (ver figura 1). El *Aloe barbadensis* Miller es la más utilizada en todo el mundo para la medicina curativa, esta planta es xerófila, es decir, se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua (Bonilla y Jiménez, 2016).



Figura 1. *Aloe barbadensis* Miller.
Fuente: (Bonilla y Jiménez, 2016)

2.2.1.3.2. *Aloe succotrina*

Comúnmente se la conoce como *Aloe capiensis*. Es un arbusto perenne espinoso con un tallo de 2-3 m de altura, tiene numerosas hojas de color verde claro en forma de rosetas, ovaladas-lanceoladas de 40-60 cm de largo, flores de perianto de color rojo, amarillo o naranja (ver figura 2) (Sánchez *et al.*, 2017).



Figura 2. *Aloe succotrina*.
Fuente: (Sánchez *et al.*, 2017)

2.2.1.3.3. *Aloe ferox* Miller

Se la conoce con el nombre de *Aloe del cabo*. Este arbusto posee un tallo que puede superar los 2 m de altura, tiene numerosas hojas de color verde glauco, ovaladas-lanceoladas de 1 m de largo y 15 cm de ancho, a veces provistas de dientes en sus dos caras. Sus flores son pequeñas, tubulares, agrupadas en densas; tienen un largo tallo con una flor de color rojo-anaranjado, con manchas marrones en los lóbulos internos del periantio. Suelen florecer en la temporada de invierno (ver figura 3) (Sánchez *et al.*, 2017).



Figura 3. *Aloe ferox* Miller.
Fuente: (Sánchez *et al.*, 2017)

2.2.1.3.4. *Aloe arborescens*

Se la conoce como *Aloe frutescens* o *Aloe natalensis*. Es un arbusto de origen africano al igual que los otros tipos de *Aloe vera* que puede alcanzar los 4 m de altura y es muy utilizada en jardines porque crece muy rápido. Sus hojas tienen forma de rosetas terminales, curvadas, lanceoladas, de color verde con dientes firmes en el margen, siempre florece en invierno con flores de colores amarillo, rojo o naranja (ver figura 4) (Sánchez *et al.*, 2017).



Figura 4. *Aloe arborescens*.
Fuente: (Sánchez *et al.*, 2017)

2.2.1.4. Descripción morfológica

La planta de sábila está estructurada por raíz, tallo, hojas y flores en el ciclo de florecimiento. Las hojas crecen alrededor del tallo a nivel del suelo en forma de roseta. Estas hojas están estructuradas por tres capas, las cuales son externa, intermedia e interna (ver figura 5) (Xiaoqing & Nan, 2016).

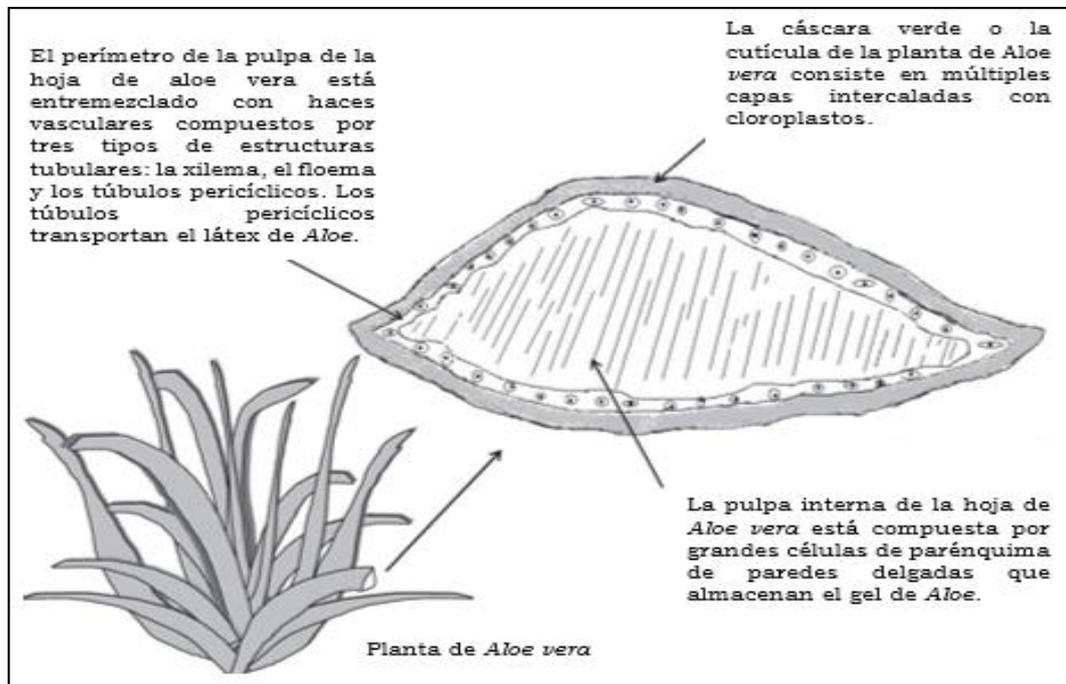


Figura 5. Representación esquemática de las hojas de sábila.

Fuente: (Xiaoqing & Nan, 2016)

2.2.1.4.1. Capa externa

La capa externa es la corteza o cutícula gruesa de color verde que representa el 20%-30% del peso de la hoja de sábila, tiene una función protectora y está estructurada por cloroplastos donde se sintetizan carbohidratos, grasas y proteínas. (pp. 77-96)

2.2.1.4.2. Capa intermedia

La capa intermedia es delgada y mucilaginosa, contiene haces vasculares que actúan como el sistema de transporte de la planta y están compuestos por tres tipos de estructuras tubulares: xilema, que mueve el agua y los minerales desde las raíces hasta las hojas; floema, que lleva minerales sintetizados a las raíces; y el túbulo pericíclico, que almacena y transporta el látex a lo largo del margen de la hoja. El látex es de color amarillo-parduzco, tiene sabor amargo y contiene una alta concentración de compuestos de antraquinonas (laxante). (pp. 77-96)

2.2.1.4.3. *Capa interna*

La pulpa de la hoja interna constituye la mayor parte del volumen de la planta, la cual varía entre un 70% a 80% y está compuesta de grandes células parénquimas de paredes delgadas que contiene el gel de sábila, es una sustancia gelatinosa, mucilaginosa, transparente, húmeda, blanda y resbaladiza, presenta un pH entre 4,4-4,7. El gel está compuesto por el 99% al 99,5% de agua y un 0,5% al 1% de material sólido. (pp. 77-96)

Bonilla y Jiménez (2016) mencionan que las hojas de sábila están dispuestas en roseta y compuestas por tres capas (ver figura 6):

La capa externa está compuesta por la corteza o exocarpio que varía del 20% al 30% del peso total de la planta y es de color verde o verde azulado; la parte central llamada parénquima, también conocida como filete, pulpa o gel, la cual es transparente y tiene una matriz gelatinosa y fibrosa y representa del 65% al 80% del peso total de la planta; y entre el exocarpio y el parénquima, ocupando toda la superficie interna de la hoja, se encuentran los conductos de aloína que son un grupo de canales orientados de manera longitudinal por donde circula el acíbar también llamado látex. (p. 141)



Figura 6. Partes de la hoja de sábila.
Fuente: (Bonilla y Jiménez, 2016)

2.2.1.5. *Composición química y nutricional*

La composición química del gel de sábila está influenciada por varios factores como: especies/subespecies, clima, tierra y riego, métodos de cultivo, cosecha, procesamiento de extracción y condiciones de almacenamiento (Xiaoqing & Nan, 2016). La característica principal de la planta de sábila es su alto contenido de agua (99% al 99,5%) y el material sólido varía entre 0,5% a 1,0% (contiene más de 75 compuestos potencialmente activos),

aproximadamente el 55% de polisacáridos, el 17% de azúcares, el 16% de minerales, el 7% de proteínas, el 4% de lípidos y el 1% de compuestos fenólicos (Rahman *et al.*, 2017).

Del mismo modo, López *et al.* (2017) mencionan que el gel de sábila está compuesto principalmente por el 99% de agua; la masa seca residual se compone de aproximadamente el 35,5% de fibras crudas, el 26,8% de sacáridos solubles, el 23,6% de cenizas (minerales), el 8,9% de proteínas y el 5,1% de lípidos. A continuación, en la tabla 2 se muestra la composición química y nutricional del gel de sábila.

Tabla 2. Componentes químicos y nutricionales del gel de sábila (*Aloe vera*).

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Aloe-emodina, ácido aloético, antranol, aloína A y B (o colectivamente conocido como barbaloina), isobarbaloina, emodina, éster de ácido cinámico
Carbohidratos	Manano puro, manano acetilado, glucomanano acetilado, glucogalactomanano, galactano, galactogalacturano, arabinogalactano, galactoglucoarabinomanano, sustancia péctica, xilano, celulosa
Enzimas	Fosfatasa alcalina, amilasa, carboxipeptidasa, catalasa, ciclooxidasas, ciclooxigenasa, lipasa, oxidasa, fosfoenolpiruvato carboxilasa, superóxido dismutasa
Minerales	Calcio, cloro, cromo, cobre, hierro, magnesio, manganeso, potasio, fósforo, sodio, zinc
Lípidos y compuestos orgánicos diversos	Ácido araquidónico, ácido γ -linolénico, esteroides (campesterol, colesterol, β -sitosterol), triglicéridos, triterpenoides, gibberilina, ligninas, sorbato de potasio, ácido salicílico, ácido úrico
Aminoácidos	Alanina, arginina, ácido aspártico, ácido glutámico, glicina, histidina, hidroxiprolina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, treonina, tirosina, valina
Proteínas	Lectinas
Vitaminas	Vitaminas B1, B2, B6, C, β -caroteno, colina, ácido fólico, α -tocoferol

Fuente: AIRC. 2016. Some drugs and herbal products. Documento sitio web.

De igual manera Bonilla y Jiménez (2016) afirman que el gel de sábila está compuesto por diferentes componentes bioactivos, entre ellos se encuentran:

Agua, mucílagos y una variedad de compuestos tales como fenoles, aloína, aloemodina; sacáridos (manosa, glucosa, fructosa, celulosa, glucomanano, acemanano, entre otros); vitaminas A, C, E y del complejo B; enzimas como la amilasa y la catalasa; minerales entre los que se encuentran el calcio, hierro y zinc; aminoácidos como la lisina, la cisteína y la glicina y ácidos grasos, entre otros. (p. 141)

2.2.1.6. Propiedades

El gel de las hojas de sábila aporta diversas propiedades biológicas, las cuales están asociadas directamente con sus componentes bioactivos. Por lo general se le atribuye propiedades antivirales, antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias, cicatrizantes y hepatoprotector.

Estas propiedades ayudan a mejorar la salud y prevenir enfermedades, por ende, el gel de sábila ha sido utilizado para generar productos tanto en las industrias farmacéuticas, cosmetológicas como en la de alimentos (Giuseppe, Murillo & De Lucia, 2016).

2.2.1.6.1. Efecto antiviral

El gel de sábila tiene actividad antiviral que previene la adsorción, unión o entrada de virus a la célula del huésped y esto se debe a los derivados de antraquinona, exhiben actividad antiviral en la que su mecanismo inhibitorio y su efecto contra virus (Radha & Laxmipriya, 2015).

Según Díaz *et al.* (2018) la planta de sábila tiene el efecto antiviral debido a que:

Las diferentes antraquinonas naturales y compuestos similares presentes en el acíbar o aloína tienen efectos antivirales para algunas infecciones como el herpes simple tipos 1 y 2, igualmente la aloemodina presenta actividad contra una gran variedad de virus. Varios autores destacan a las antraquinonas como los principales compuestos químicos que actúan directamente sobre los virus, impidiendo la adsorción del virus y su consecuente replicación. (p. 749)

2.2.1.6.2. Efecto antiinflamatorio

El gel de las hojas de sábila contiene compuestos de antraquinonas (aloína) y cromona (aloesina), que poseen fuertes efectos antiinflamatorios, utilizados para aliviar enfermedades tópicas (Radha & Laxmipriya, 2015).

El efecto antiinflamatorio de sábila ha sido demostrado en distintos modelos experimentales de inflamación tales como edemas inducidos por distintos agentes irritantes (aceite de croton, etc.) habiéndose identificado cromonas y esteroides como principios activos responsables de esta actividad (Bonilla y Jiménez, 2016).

2.2.1.6.3. Efecto antioxidante

Para Bonilla y Jiménez (2016) el gel de las hojas de sábila contiene efecto antioxidante debido:

Al aporte de sodio, calcio, potasio, vitamina C, E y compuestos fenólicos, que tienen la capacidad de reducir los radicales libres que desencadenan las reacciones de oxidación ligadas a una gran variedad de enfermedades y padecimientos como el envejecimiento, enfermedades cardiovasculares debidas a la disfunción endotelial producida por estrés oxidativo, la diabetes mellitus y también la carcinogénesis. (pp. 142-143)

Los principales antioxidantes del gel de sábila que pueden proteger contra el estrés oxidativo y desencadenar la muerte celular, incluyen polifenoles, aloína, barbaloína e isobarbaloína, entre otros, y vitaminas A, C y E (con actividad protectora sobre la piel, la mucosa y los componentes lipídicos) y minerales, como el selenio, el zinc o el cobre (que ayudan a formar complejos hidrosolubles o que participan como cofactores enzimáticos) (Salehi *et al.*, 2019).

El gel de las hojas de sábila contiene cantidades sustanciales de antioxidantes que incluyen α -tocoferol (vitamina E), carotenoides, ácido ascórbico (vitamina C), flavonoides y taninos, los cuales tienen la función de evitar la oxidación de otros compuestos, aumentando la vida útil y el valor nutricional de los alimentos (Heś, Dziejic, Górecka, Jędrusek & Gujska, 2019).

2.2.1.6.4. Efecto cicatrizante

El extracto de sábila tiene efectos curativos y uno de ellos es el de cicatrizar heridas, esto se le atribuye al efecto de la manosa-6-fosfato y acemanano que se encuentran presentes en el gel. Los polisacáridos de sábila promueven tanto la proliferación de fibroblastos como la producción de ácido hialurónico e hidroxiprolina en los fibroblastos, que juegan un papel importante en la remodelación de la matriz extracelular durante la cicatrización de heridas. Mientras, el acemanano acelera la regeneración de los tejidos, activan los macrófagos, estimulan el sistema inmunitario y tienen efectos antibacterianos y antivirales (Radha & Laxmipriya, 2015).

Amin, Ozgen, & Selamoglu (2018) mencionan que el gel de sábila proporciona la propiedad cicatrizante por su composición química, en especial a un componente:

La manosa es un polisacárido que pertenece al compuesto glucomanano, la cual promueve el crecimiento de fibroblastos y alienta la actividad y la proliferación de estas células que resultan en una mayor producción de colágeno y fibras elásticas. También mejora las conexiones transversales entre estas bandas haciendo que la piel sea más elástica y menos arrugada. (p. 1)

2.2.1.7. Producción nacional

La sábila por su adaptabilidad a diversas condiciones ambientales se ha cultivado en climas tropicales hasta climas desérticos. Actualmente, en Ecuador la producción está repartida en las provincias de Guayas, El Oro, Morona Santiago, Imbabura, Santa Elena y Pichincha, dando un total de 882 ha (Castañeda y Ledesma, 2017). En la tabla 3 se muestra la producción de sábila en el país.

Tabla 3. Cultivo de sábila en el Ecuador.

Área de producción	Hectáreas cultivadas
Guayas	500
El Oro	300
Morona Santiago	50
Imbabura	20
Santa Elena	7
Pichincha	5
Total	882

Fuente: Castañeda y Ledesma. 2017. Estudio del diseño de una bebida de fruta baja en calorías con *Aloe vera* y stevia. Tesis.

2.2.1.8. Usos en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria

2.2.1.8.1. Uso cosmético

La sábila es uno de los ingredientes bioactivos más populares utilizados en la elaboración de productos para el cuidado de la piel, debido a sus propiedades hidratantes, bactericidas, antisépticas, antiinflamatorias y regeneradoras. Por ejemplo, crema facial hidratante, crema antienvjecimiento, lociones corporales y exfoliaciones, champús y acondicionadores, jabones líquidos y sólidos (Ferruzola y Yáguar, 2017).

El gel de las hojas de sábila se usa en la industria cosmética como humectante en cosméticos y productos de cuidado personal. El gel se utilizado como ingrediente hidratante en líquidos, cremas, lociones solares, cremas de afeitar, bálsamos labiales, ungüentos curativos y mascarillas. Otros productos que contienen sábila incluyen gel para después del afeitado, enjuague bucal, tónico para el cabello, champú y gel humectante para la piel (AIRC, 2016).

2.2.1.8.2. Uso farmacéutico

La sábila se ha utilizado en la medicina popular durante más de 2000 años y sigue siendo un componente importante de la medicina tradicional en muchas culturas contemporáneas, como China, India, el Caribe y Japón. El gel se puede usar en el tratamiento de irritaciones menores de la piel, como quemaduras, hematomas y abrasiones; mientras, el látex es usado en el tratamiento a corto plazo del estreñimiento ocasional (AIRC, 2016).

Desde hace décadas la sábila se ha venido utilizando como un componente medicinal debido a su efectividad; son muchas las personas que optan por utilizar este ingrediente para combatir problemas de salud, el cual es suministrado de manera tópica u oral, siendo este último método

utilizado por personas que sufren de problemas como: inmunodeficiencia (gripe, bajo consumo de energía, entre otros), sistema digestivo (digestión, úlceras, entre otros), problemas cardiovasculares (presión arterial alta y colesterol a altos niveles), la diabetes (problemas con los niveles de azúcar en la sangre inestables), artritis (dolor en las articulaciones). Por otra parte, se puede utilizar de forma tópica u oral para la cicatrización de heridas gracias a sus compuestos activos (Ferruzola y Yáguar, 2017).

2.2.1.8.3. Uso alimentario

La industria alimentaria comenzó a utilizar extractos de sábila como suplemento para alimentos funcionales. Este extracto puede usarse en bebidas, jugos, infusiones, refrescos, yogures, mermeladas, gránulos de té instantáneo, dulces, enconfitados, golosinas, gel en polvo, bebidas alcohólicas, helados y complementos alimentarios (AIRC, 2016).

Actualmente, la sábila dentro de la industria alimentaria ha emergido debido a sus múltiples beneficios para la fabricación de diversos productos (alimentos funcionales) que favorecen de esta manera a la salud del ser humano. El gel se lo puede consumir de forma natural así como también en productos procesados, por ejemplo: yogurt, helados, jaleas, refrescos, mermeladas y bebidas con frutas o verduras (Banda, 2016).

2.2.2. Deshidratación osmótica

2.2.2.1. Definición

García, Armesto y Correa (2015) mencionan que la deshidratación osmótica es un proceso que consiste en:

Sumergir un alimento en una solución isotónica, hipotónica o hipertónica azucarada o salina, con el objetivo principal de prolongar su vida útil mediante la reducción de agua. También, influye en la calidad final del producto, mejorando sus características sensoriales como color, sabor, aroma y textura. (p.4)

Por otro lado, Rodiles, Manivel, Zamora y Martínez (2016) consideran que la deshidratación osmótica como un tratamiento de conservación utilizado principalmente en alimentos con alto contenido de humedad, mediante la inmersión en una solución hipertónica para la eliminación parcial del agua de los mismos. La finalidad de este proceso es disminuir el volumen y peso para reducir el costo o dificultad de embalaje, manejo, almacenamiento y transporte. También, conservar el color, aroma y nutrientes de los alimentos.

2.2.2.2. *Tipos de soluciones*

Según García *et al.* (2015) en la deshidratación osmótica se utiliza tres tipos de soluciones. Que se detallan a continuación:

- **Isotónica:** Es una solución que contiene una concentración similar de solutos como el material alimenticio. (p. 9)
- **Hipotónica:** Es una solución que contiene menos moléculas de soluto que el material alimenticio. (p. 9)
- **Hipertónica:** Es una solución que contiene más moléculas de soluto que el material de alimentos. (p. 9)

2.2.2.3. *Agentes deshidratantes*

Según García, Bejarano, Paredes, Vega y Encinas, (2018) los agentes deshidratantes más utilizados son las soluciones hipertónicas azucaradas (sacarosa, miel, jarabe de maíz, lactosa, fructosa) o salinas (cloruro de sodio). Sin embargo, la selección de los solutos depende principalmente de tres factores: características sensoriales del producto, costo del soluto y peso molecular del soluto.

Para García *et al.* (2015) el uso de los agentes deshidratantes depende del alimento en el que se aplique:

En alimentos como carnes y verduras se utiliza principalmente el cloruro de sodio en soluciones superiores al 10%. En frutas y verduras se emplea sacarosa, lactosa o glicerol. Estos solutos reducen el pardeamiento enzimático, aumentan la retención de sustancias volátiles y mejoran la textura. También, se agrega cloruro de calcio en soluciones de sacarosa para mejorar la calidad en la textura de las frutas. (pp. 3-4)

Según Rodiles *et al.* (2016) a mayor concentración de soluto, aumenta la velocidad de eliminación de agua de los alimentos. Por lo contrario, si la concentración de soluto es muy alta puede producir una capa sobre la superficie de la fruta o vegetal dificultando la pérdida de agua.

2.2.2.4. *Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica*

En la deshidratación osmótica de los alimentos se dan dos tipos de transferencia de masa: la difusión del agua del alimento a la solución y la difusión de solutos de la solución al alimento. En el primer caso, la fuerza conductora de la transferencia de masa es la diferencia de presión

osmótica, mientras en la segunda es la diferencia de concentraciones (García *et al.*, 2018).

Rodiles *et al.* (2016) mencionan que dentro del tratamiento de deshidratación osmótica intervienen dos gradientes de concentración para disminuir la humedad y aumentar los solutos de los alimentos, los cuales son un flujo de agua del alimento hacia la solución y una transferencia simultánea de solutos desde la solución hacia el alimento. Como resultado de la diferencia de potencial químico, se producen dos flujos opuestos y simultáneos:

- Transferencia de agua del producto a la solución, junto con sustancias naturales (minerales, azúcares y ácidos orgánicos).
- Transferencia de solutos de la solución al alimento.

En la figura 7 se muestra el proceso de deshidratación osmótica en los alimentos:

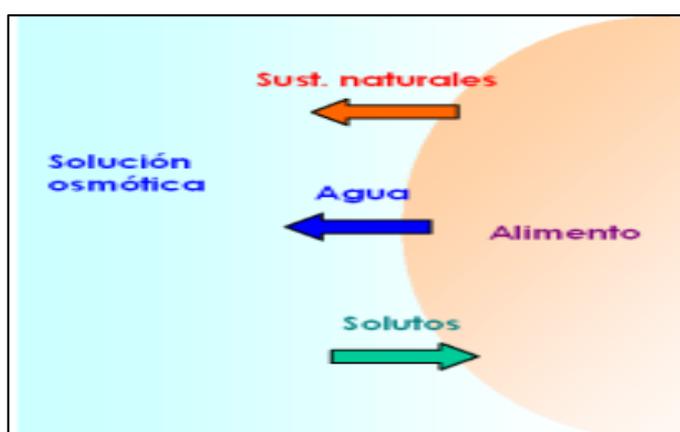


Figura 7. Transferencia de masa en la deshidratación osmótica.

Fuente: (Rodiles *et al.*, 2016)

Este proceso permite reducir el contenido de humedad del producto e incrementar su contenido en sólidos solubles totales. Banda (2016) afirma que en la deshidratación osmótica:

Durante las primeras tres horas el agua emerge del alimento hasta en un 60%, este proceso se lo realiza a temperaturas entre 30 y 50 °C y es posible que ocurra arrastre de solutos del producto, sin embargo, este flujo es despreciable al compararlo con la salida del agua. El segundo flujo se forma por el ingreso de solutos al interior del alimento, a este acontecimiento se lo conoce como impregnación. (p. 19)

2.2.2.5. Factores que influyen sobre la velocidad de deshidratación

Para Arias, Perea y Zapata (2017) en el proceso de deshidratación osmótica se consideran los siguientes factores:

Para la velocidad de deshidratación influyen factores como la presión, la temperatura,

la concentración de la solución osmodeshidratante, la relación jarabe/fruta, el grado de agitación del medio, la estructura, forma y tamaño del alimento y la naturaleza y el peso molecular del soluto osmótico. (p. 48)

Existen diversos factores que influyen en la velocidad de deshidratación de un alimento. A continuación, se los describe:

2.2.2.5.1. Temperatura de la solución osmótica

Banda (2016) afirma: “Las temperaturas altas reducen la viscosidad de la solución y la presión osmótica aumenta. Mientras mayor sea la temperatura la velocidad con la que se elimina de agua aumenta, mientras que el incremento de sólidos solubles totales no cambia significativamente” (p. 21).

La temperatura ayuda a la velocidad de pérdida de agua. Sin embargo, el uso de altas temperaturas implica cambios desfavorables en el producto final, además, el tratamiento térmico puede conducir a la pérdida de semipermeabilidad de las membranas celulares y acelerar las reacciones químicas (García *et al.*, 2015).

2.2.2.5.2. Agitación de la solución osmótica

Banda (2016) menciona: “La agitación disminuye la capa que se forma alrededor del alimento y mejora la transferencia de masa. Cuando se emplea agitación, el tiempo de deshidratado es más corto comparado al proceso sin agitación” (p. 21).

La agitación de la solución permite homogeneizar la temperatura y la concentración de soluto, aumentando la velocidad de deshidratación (García *et al.*, 2015).

2.2.2.5.3. Concentración de la solución osmótica

A mayor concentración de soluto en la solución osmótica, aumentará la velocidad de salida de agua del producto. Sin embargo, concentraciones muy altas de soluto pueden causar que se forme una capa de este sobre la superficie de las frutas lo que dificultaría la pérdida de agua (García *et al.*, 2015).

De igual manera Banda (2016) afirma: “La merma de agua y la ganancia de sólidos aumenta en soluciones con concentraciones osmóticas altas” (p. 20).

2.2.2.5.4. *Agentes osmóticos (solutos)*

Según Banda (2016) “Los solutos más utilizados son los hidratos de carbono (sacarosa, sorbitol, glucosa y fructosa) y las sales (cloruro de sodio o cloruro de calcio)” (p. 20).

El uso de los solutos depende del producto a tratar, del costo del soluto y la calidad final deseada. Además, las propiedades fisicoquímicas del soluto determinan la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica (García *et al.*, 2015).

2.2.2.5.5. *Geometría y tamaño del producto*

Según Banda (2016): “El tamaño del alimento tiene mayor importancia en tiempos osmóticos cortos pues la eliminación de agua se relaciona fuertemente con el área de contacto” (p. 20).

En los productos de menor tamaño se eleva la pérdida de agua, por el contrario, si se tienen trozos de fruta, u otro alimento, de tamaño superior la pérdida de agua es menor (García *et al.*, 2015).

2.2.2.5.6. *Relación masa de solución/masa de producto*

Banda (2016) menciona: “Una mayor proporción solución/alimento la eliminación de agua y la absorción de soluto es mayor” (p. 20).

Cuanto mayor sea la relación masa de solución sobre la masa de producto a tratar (es decir cuanto mayor sea la cantidad de jarabe respecto a la cantidad de fruta) mayor será la pérdida de agua y la ganancia de solutos (García *et al.*, 2015).

2.2.2.6. *Aspectos tecnológicos*

García *et al.* (2015) afirman que existe un aumento significativo en el interés de emplear la deshidratación osmótica como pretratamiento de alimentos en soluciones concentradas con el propósito de obtener una considerable remoción de agua con una limitada incorporación de sólidos, lo cual lleva a una notable reducción de peso durante el proceso permitiendo disminuir el costo o dificultad de embalaje, manejo, almacenamiento y transporte.

Mediante la deshidratación osmótica se puede obtener productos como snacks o mezclas para aperitivos; también se puede complementar su consumo en combinación con cereales, yogurt, helados o simplemente como productos congelados. El tratamiento complementario, necesario para alcanzar un alimento estable, puede ser una pasteurización, congelación, secado solar, secado con vacío, liofilización, adición de conservantes, acidificación, etc. (Rodiles *et al.*, 2016)

De manera similar Shete, Chavan, Champawat & Jain (2018) afirman que el proceso de deshidratación osmótica es aplicable en alimentos secos, frutas y verduras (plátanos, zapotes, mangos, guayabas, papayas, piñas, jengibre, zanahoria); así como también se ha empleado en mariscos y carne.

2.2.2.7. Ventajas

Según Shete *et al.* (2018) las principales ventajas son:

- El sabor es más dulce o salado en el producto deshidratado,
- Reducción del 20-30% de consumo de energía,
- Menor tiempo de secado,
- Mejora las propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales del producto y una mayor semejanza sensorial entre los productos deshidratados y naturales, y
- La solución osmótica sobrante puede ser utilizada en la industria de bebidas.

También, Landim, Martins & Barbosa (2016) afirman que al reducir parcialmente el agua del alimento se extiende su vida útil, minimizando pérdidas posteriores a la cosecha y los cambios en las características del producto.

2.2.3. Industria de las bebidas

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2002) menciona: “Las bebidas se clasifican en alcohólicas y no alcohólicas (ver figura 8). Por lo general las no alcohólicas se consumen para calmar la sed mientras que las alcohólicas son más usadas en fiestas y reuniones sociales”.

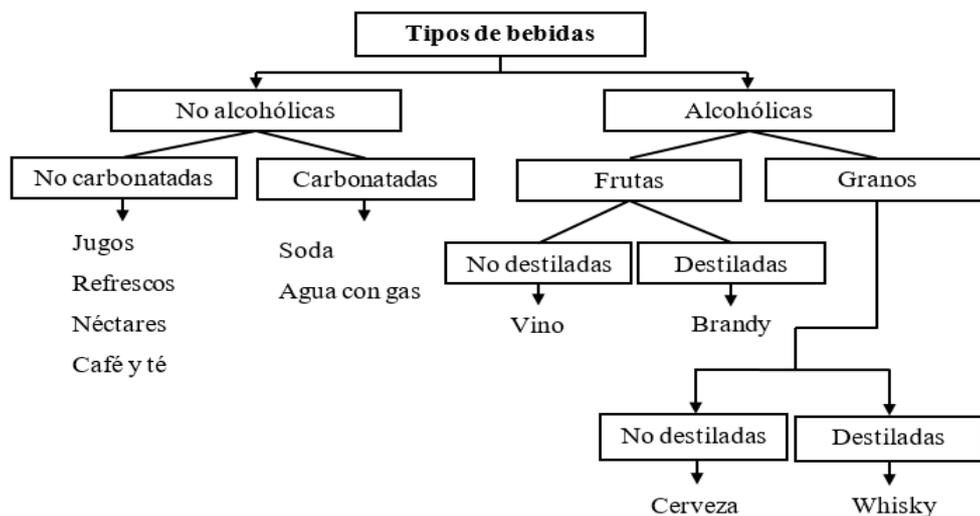


Figura 8. Tipos de bebidas.
Fuente: (FAO, 2002)

2.2.3.1. Bebidas no alcohólicas

La FAO (2002) menciona: “Las bebidas no alcohólicas están compuestas de agua potable, las cuales pueden ser carbonatadas o no. Además, son elaboradas con pulpas o jugos de frutas, mientras que otras contienen azúcar, agua, saborizantes y algún preservante”.

A estas bebidas se les puede adicionar sustancias como: azúcares, jugos de frutas, extractos vegetales permitidos, ácidos orgánicos (cítrico, láctico, fumárico, glucánico, málico y tartárico), esencias y colorantes naturales o sintéticos autorizados (Cantú, Flores y Zúñiga, 2015).

2.2.3.2. Bebidas no carbonatadas

El Codex Alimentarius (2018) afirma que las bebidas no carbonatadas comprenden:

Bebidas sin adición de anhídrido carbónico a base de zumos (jugos) de frutas y hortalizas (almendras, anís, coco y ginseng), limonadas y bebidas similares con sabor a fruta (naranjadas), refrescos a base de cítricos, capilé groselha, bebidas de ácido láctico, bebidas a base de café y té listas para consumir con o sin leche o sólidos lácteos y bebidas a base de hierbas aromáticas (té frío, té frío con sabor a frutas, capuchino en lata para beber frío) y bebidas para “deportistas” que contienen electrolitos. Estas bebidas pueden ser transparentes o contener partículas (trozos de fruta) y pueden estar o no edulcoradas con azúcar o un edulcorante no nutritivo de gran intensidad. Comprende las bebidas denominadas “energéticas” sin gas que contienen niveles elevados de nutrientes y otros ingredientes (cafeína, taurina, carnitina). (p. 83)

2.2.3.2.1. Refrescos

El Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2304] (2008) afirma que un refresco es: “El producto elaborado con agua potable, ingredientes y aditivos permitidos. Además, estos deben tener un color uniforme, olor y sabor característicos a lo declarado” (p. 1).

2.2.3.2.2. Caracterización de los refrescos

La NTE INEN 2304 (2008) menciona que un refresco debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Deben tener un color uniforme, olor y sabor característicos a lo declarado.
- Características fisicoquímicas (ver tablas 4).
- Características microbiológicas (ver tablas 5).

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos para los refrescos.

	Min.	Método de ensayo
Sólidos solubles, % * a)	7,0	NTE INEN 380
pH	2,0	NTE INEN 389
Acidez titulable, g/100 cm ³ b)	0,10	NTE INEN 381

Nota. a) En °Brix a 20 °C. b) Expresada como ácido cítrico anhidro. * No se aplica a producto edulcorados por sustitución total o parcial de azúcar. **Fuente:** NTE INEN 2304. 2008. Refrescos. Requisitos. Documento de sitio web.

Tabla 5. Requisitos microbiológicos para los refrescos.

	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	1,0 x10 ²	1,0 x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	5,0 x10 ¹	-	0	NTE INEN 1529-10

Nota. 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. **Fuente:** NTE INEN 2304. 2008. Refrescos. Requisitos. Documento de sitio web.

2.2.4. Aditivos alimentarios

El Codex Alimentarius (2018) define como aditivos alimentarios a cualquier sustancia que tenga o no valor nutricional y que no se consume normalmente, ni tampoco se use como ingrediente básico en los alimentos. Además, que se adiciona intencionalmente al producto con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, envase, transporte o almacenamiento.

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018) de igual forma, denomina a los aditivos alimentarios como: “Sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, frescura, sabor, textura o aspecto”.

2.2.4.1. Justificación del uso de aditivos

El Codex Alimentarius (2018) menciona que se permite el uso de aditivos alimentarios:

Si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos, y cumple una o más de las funciones tecnológicas establecidas por el Codex y los requisitos que se indican a continuación en los literales a), b), c) y d), y únicamente cuando estos fines no pueden alcanzarse por otros medios que son factibles económica y tecnológicamente:

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento, una disminución intencionada en la

calidad nutricional de un alimento y también en las que el alimento no constituye un componente importante de una dieta normal.

- b) Proporcionar los ingredientes necesarios para los alimentos fabricados para personas que tienen necesidades dietéticas especiales.
- c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades sensoriales, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
- d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones. (p. 4)

La Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria [Elika] (2017) menciona que la autorización de uso de un aditivo está sujeta a tres condiciones:

- Se pueda demostrar una necesidad tecnológica suficiente y cuando el objetivo que se busca no pueda alcanzarse por otros métodos económica y tecnológicamente utilizables.
- No representen ningún peligro para la salud del consumidor en las dosis propuestas, en la medida en que sea posible juzgar sobre los datos científicos de que se dispone.
- No induzcan a error al consumidor.

2.2.4.2. Clasificación de los aditivos

En la tabla 6 se muestra la clasificación de los aditivos alimentarios.

Tabla 6. Código, clase funcional y definición de los aditivos.

Código	Clase funcional	Definición
E-1XX	Colorantes	Aumentan o restituyen color a un alimento
E-2XX	Conservantes	Protegen del deterioro ocasionado por microorganismos
E-3XX	Antioxidantes	Protegen del deterioro ocasionado por la oxidación
E-4XX	Estabilizantes, emulsionantes, espesantes	Posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias
E-5XX	Correctores de la acidez	Controlan la acidez o alcalinidad de un alimento
E-6XX	Potenciadores del sabor	Realzan el sabor que tiene un alimento
E-9XX	Edulcorantes, varios	Confieren a un alimento un sabor dulce

Nota. La letra E aparece en primer lugar. El primer dígito hace referencia al tipo de aditivo. El segundo dígito indica la familia del aditivo. El resto de dígitos se refieren a la especie en concreto y sirve para identificar la sustancia. **Fuente:** Codex Alimentarius. (2015). Nombres genéricos y sistema internacional de numeración de aditivos alimentarios. Documento de sitio web.

2.2.4.3. Antioxidantes

Según Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez y Radilla, (2015) son sustancias utilizadas en la industria alimentaria:

Con la finalidad de preservar las características químicas y sensoriales, prolongan la vida en almacén de los alimentos evitando o retardando el deterioro oxidativo que afecta al sabor, decoloración y componentes bioactivos del alimento. Los antioxidantes se dividen en endógenos, fabricados por la propia célula, y exógenos o aquellos que entran en el organismo a través de la dieta o de suplementos.

2.2.4.3.1. Ácido cítrico (E-330)

El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados en la industria alimentaria, tiene una presentación en forma de sólidos cristalinos de color blanco o incoloro. Es totalmente soluble en agua, alcohol y éter. Tiene un pH de 2,2 (solución 1%); 1,7 (solución 10%); 1,2 (solución 30%) (QUIAGRAL S.A.C., 2016).

El Codex Alimentarius (2018) afirma: “El ácido cítrico tiene varias funciones”. A continuación, se las describe:

- Regulador de la acidez.
- Antioxidante.
- Agente de retención del color.

2.2.4.3.2. Ácido ascórbico (E-300)

La FAO (2002) afirma: “Es un sólido cristalino de olor ligero y característico, soluble en agua, actúa como antioxidante en los alimentos y bebidas y/o vitamina C hidrosoluble”. Por lo general se utiliza en cantidades del 0,03% del peso total. En la tabla 7 se mencionan las propiedades fisicoquímicas del ácido ascórbico:

Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas del ácido ascórbico.

Propiedades fisicoquímicas	Descripción
Estado Físico	Polvo cristalino
Color	Blanco
Inodoro	Inodoro
Valor pH	2,1–2,6 (50 g/l, 25 °C)
Solubilidad en Agua	330 g/l (25 °C)

Fuente: GRUPO TRANSMERQUIM [GTM]. 2016. Ácido Ascórbico. Ficha Técnica.

2.2.4.4. Agentes de firmeza y textura

Son aditivos alimentarios que mejoran o mantienen los tejidos de frutas u hortalizas firmes o crocantes. Se designan también como agentes endurecedores (Codex Alimentarius, 2015). Adicionalmente, la principal función que cumple este aditivo se menciona a continuación:

- Aumentar la firmeza de los productos.

2.2.4.4.1. Cloruro de calcio (E-509)

Este aditivo tiene una presentación en forma de fragmentos o gránulos de color blanco, duros e inodoros. Es soluble en agua y el pH es de 8-11 en soluciones de agua al 10% (QUIAGRAL S.A.C., 2016).

Por otra parte, Badui (2013) menciona que el cloruro de calcio en la industria alimentaria se utiliza como endurecedor o agente de firmeza, estabilizante y espesante. Entre las aplicaciones más comunes se encuentra en frutas, verduras, salsas, condimentos, sopas, lácteos, panaderías y alimentos para infantes.

2.2.4.5. Estabilizantes

Según Elika (2017) “Son aditivos que posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más sustancias”. (p. 5)

2.2.4.5.1. Goma gellan (E-418)

Es un agente gelificante de origen vegetal, tiene la apariencia de un polvo fino de color blanco, sin sabor, se disuelve a temperaturas superiores de 150 °C y permite hacer geles muy firmes. La dosis para soluciones viscosas (0,1-0,5%), para geles suaves (1,0-1,5%), para geles muy firmes (1,5-2,0%) (Sosa ingredients S.L., 2018). La goma gellan presenta las siguientes funciones:

- Agente gelificante.
- Estabilizador.
- Espesante.

2.2.4.6. Potenciadores del sabor

Son sustancias concentradas que contienen principios activos aromáticos, que no están destinados a consumo directo y cuya finalidad es proporcionar olor y sabor a los productos

alimenticios, confiriéndole características sensoriales atractivas y de mayor aceptación por el consumidor (NTE INEN 2074, 2012).

2.2.4.6.1. Clasificación según su origen

Según López (2017) los saborizantes se clasifican de la siguiente manera:

- **Naturales:** Proviene de fuentes naturales (plantas, hojas, raíces, cáscaras, semillas, entre otras) y se extraen por métodos físicos como extracción, destilación y concentración, obteniendo bálsamos, concentrados aromáticos, aceites esenciales, utilizados para realzar el sabor o aromas de los productos.
- **Idénticos a los naturales:** Se obtienen por síntesis y se aíslan por procesos químicos a partir de materias primas de origen vegetal, cuya constitución química es idéntica a la proveniente de una sustancia aromática natural.
- **Artificiales:** Poseen una estructura química que no ha sido identificada en un producto natural, se obtienen por síntesis y son utilizados por sus propiedades aromáticas en su estado primario o disuelto para el consumo humano.

2.2.4.6.2. Saborizante a naranja idéntico al natural

Es una sustancia líquida, con un color que va desde incoloro a amarillo y aroma característico al natural (Protokimica, 2018). En la tabla 8 se muestran las propiedades fisicoquímicas del saborizante a naranja idéntico al natural.

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas del saborizante a naranja idéntico al natural.

Parámetro	Descripción
Apariencia	Líquido
Color	Amarillo pálido a naranja
Olor	Conforme al estándar
Densidad (g/ml) 20 °C	0,8223–0,8623
Índice de refracción a 20°C	1,4720–1,4760
Solubilidad	En agua

Fuente: Protokimica, 2018. Saborizante a naranja idéntico al natural. Ficha técnica.

2.2.4.6.3. Saborizante a limón idéntico al natural

Es un polvo fino de color amarillo verdoso tenue, secado por aspersion líquida y conserva sus características sensoriales (DANNOVA, 2019). Este aditivo presenta algunas características fisicoquímicas (ver tabla 9).

Tabla 9. Propiedades fisicoquímicas del saborizante a limón idéntico al natural.

Parámetro	Descripción
Color	Amarillo verdoso tenue
Aroma	Limón, picante por el ácido cítrico
Sabor	Limón, ácido, ligeramente dulce
Aspecto	Polvo fino
Consistencia	Turbio en solución
Dilución	Solución 0,8% w/w adicionada de 8% de azúcar comparativa contra patrón a la misma dilución

Fuente: DANNOVA, 2019. Saborizante a limón idéntico al natural. Ficha técnica.

2.2.4.7. *Edulcorantes*

Reyes (2017) afirma: “Son sustancias que aumentan la intensidad del dulzor y liberan el sabor” (p. 3). Los edulcorantes se clasifican en naturales y sintéticos. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- **Edulcorantes naturales:** Son sustancias que tiene alto valor calórico como el azúcar y miel, pero también hay algunos de bajo valor calórico como es el caso de la stevia.
- **Edulcorantes sintéticos:** Son sustitutos del azúcar, están elaborados de forma artificial mediante procesados químicos. Son bajos en calorías y aportar más dulzor que el azúcar. Por ejemplo, aspartamo, acesulfamo, sacarina, ciclamato, alitamo, dulcina.

2.2.4.7.1. *Sacarosa*

También conocida como azúcar de mesa, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, está formada por glucosa y fructosa por lo tanto pertenece a los disacáridos. Se extrae principalmente de la caña de azúcar o remolacha azucarera. Tiene gran solubilidad en agua y ligeramente soluble en alcohol y éter (Martínez, López, Gómez y Guzmán, 2018).

Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas de la sacarosa.

Parámetros	Descripción
Color	Blanco
Sabor	Dulce
Olor	Inodoro
Densidad	1,40 g/cm ³
pH (valor)	7 (100 g /l, 20 °C)
Punto de fusión	186 °C
Solubilidad en agua	203,9 g/100 ml (293 K)

Fuente: Martínez *et al.* 2018. Efectos sabores sobre la ingesta de sacarosa y stevia. Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que las variables estudiadas se evaluaron mediante la medición numérica de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales para su posterior interpretación estadística, por medio de los cuales se obtuvieron resultados que respondieron a los objetivos inicialmente planteados.

3.1.2. Tipo de investigación

3.1.2.1. *Experimental*

Para la elaboración de cada bebida con trozos de sábila (*Aloe vera*) se manejó un experimento factorial 3^2 con un diseño completamente aleatorizado (DCA), cuyos factores fueron la deshidratación osmótica de los trozos de sábila y la concentración del saborizante. Esto se lo realizó tanto para la bebida con sabor a naranja, como para la bebida con sabor a limón, con el propósito de determinar su influencia en las características sensoriales y tiempo de vida útil.

3.2. HIPÓTESIS

H0: La deshidratación osmótica de los trozos de sábila y la concentración de saborizante, no influyen en el análisis sensorial y vida útil de las bebidas.

H1: La deshidratación osmótica de los trozos de sábila y la concentración de saborizante, influyen en el análisis sensorial y vida útil de las bebidas.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Variables independientes

- Solución osmótica y Saborizantes.

3.3.2. Variables dependientes

- Análisis sensorial y Vida útil.

En la tabla 11 se muestra la operacionalización de variables.

Tabla 11. Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente				
Solución osmótica	Concentración (50, 55 y 60 °Brix)	Sólidos solubles totales	Refractométrico	(Banda, 2016, p. 33)
		Firmeza	Penetrométrico	(Banda, 2016, p. 33)
		Porcentaje en peso	Gravimétrico	(García <i>et al.</i> , 2018, p. 352)
Saborizantes	Concentración (Naranja: 0,16; 0,20; 0,24%) (Limón: 0,05; 0,075; 0,10%)	Porcentaje	Gravimétrico	Fichas técnicas
Dependiente				
Análisis sensorial	Evaluación sensorial	Color Olor Sabor Textura de los trozos de sábila	Prueba de preferencia	Hoja de cata
Vida útil	Evaluación fisicoquímica	Acidez titulable	Volumétrico	(NTE INEN 381, 1985)
		Potencial de hidrógeno	Potenciométrico	(NTE INEN 389, 1985)
		Sólidos solubles totales	Refractométrico	(NTE INEN 380, 1986)
		Polifenoles totales	Folin-Ciocalteu	(García, Fernández y Fuentes, 2015)
	Evaluación microbiológica	Coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	Recuento microbiológico placas petrifilm	Fichas técnicas
		Aerobios mesófilos	Recuento microbiológico placas petrifilm	Fichas técnicas
		Recuento de mohos y levaduras	Recuento microbiológico placas petrifilm	Fichas técnicas
	Evaluación sensorial	Color Olor Sabor Textura de los trozos de sábila	Prueba de aceptación	Hoja de cata

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

3.4.1. Flujograma de procesos para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón

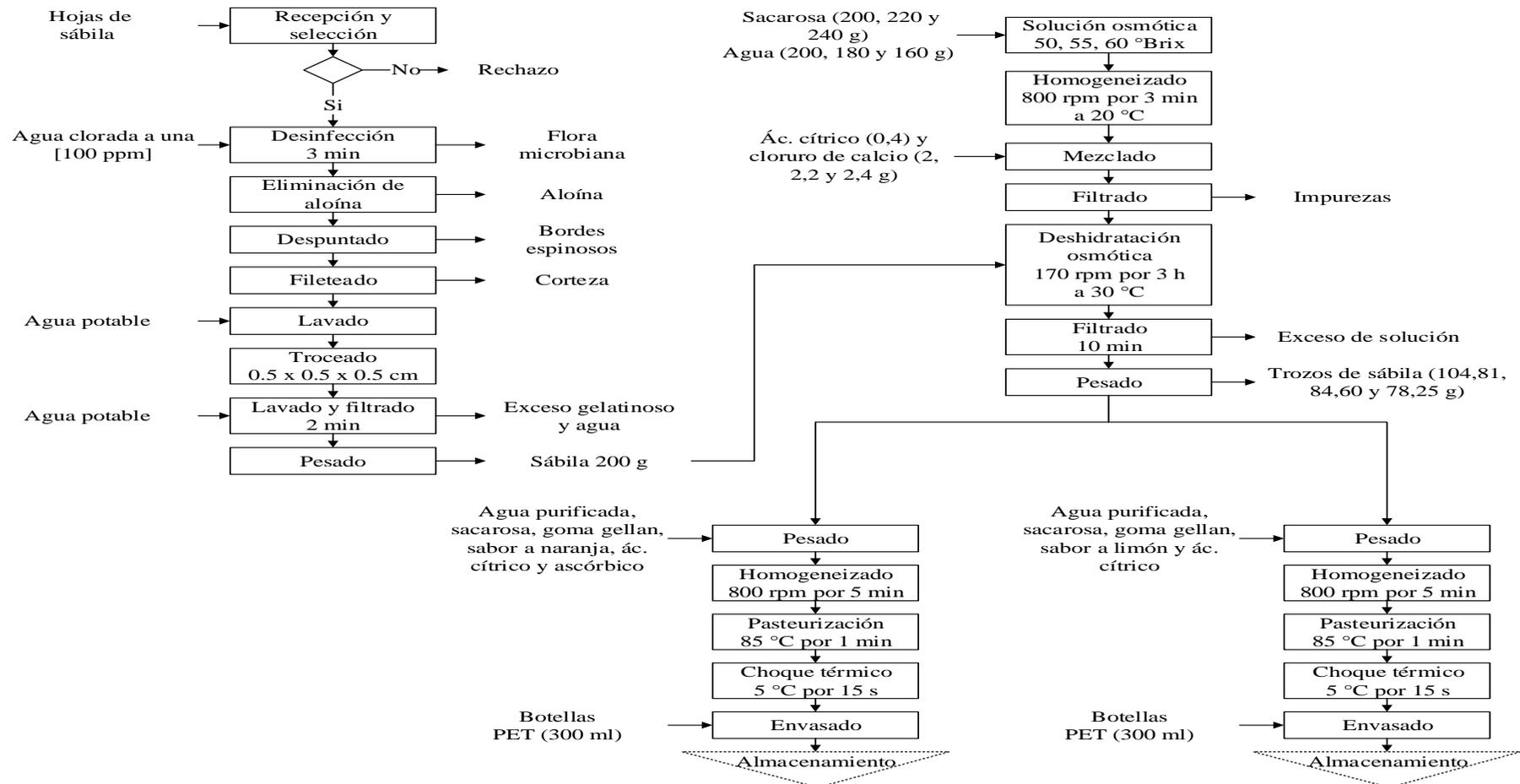


Figura 9. Flujograma de procesos para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.

3.4.2. Proceso para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón

3.4.2.1. Control de calidad de la materia prima

Uno de los factores más importantes en la obtención de un producto de calidad, es la selección de materia prima por este motivo se realizó una caracterización fisicoquímica de las hojas de sábila (*Aloe vera*). La evaluación de la longitud, el peso, la firmeza, los sólidos solubles totales, el pH y los polifenoles totales permiten garantizar la calidad de las mismas y por ende confirmar que son aptas para su industrialización (Banda, 2016). A continuación, se describe cada uno de los análisis realizados:

Las hojas de sábila utilizadas presentaron un color verde guisante y sin daños mecánicos. Estas hojas se lavaron con agua potable y se dejaron secar durante 5 min. Se les midió la longitud con una regla metálica en metros y el peso con una báscula industrial en kilogramos. Se retiró la corteza de las hojas para medir la firmeza, los sólidos solubles totales, el pH y polifenoles, mediante un penetrómetro digital (Newton), un refractómetro (°Brix), un potenciómetro y un método de Folin-Ciocalteu, respectivamente.

Una vez verificado que las hojas de sábila (*Aloe vera*) cumplieran con los requisitos mínimos mencionados por Banda (2016). Se procedió a realizar la parte experimental, la cual se desarrolló en dos fases en el laboratorio 304 Tesis e Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), ubicada en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi. A continuación, se describen las fases del proceso experimental:

3.4.2.2. Primera fase: deshidratación osmótica de los trozos de sábila

Para la deshidratación osmótica de trozos de sábila, se aplicó un procedimiento adaptado en función a las recomendaciones de los autores Banda (2016) y Castañeda y Ledesma (2017). Primeramente, se realizó una limpieza y desinfección tanto del área de trabajo como de los materiales y equipos utilizados para evitar una posible contaminación cruzada con el producto final. Para la parte experimental se utilizaron 20 hojas de sábila (*Aloe vera*), las cuales se adquirieron en el mercado San Miguel de la ciudad de Tulcán. Se realizó la recepción de las hojas previamente analizadas sus características fisicoquímicas. Se sumergieron en agua clorada con una concentración de 100 ppm por 3 min para eliminar la flora microbiana. Se cortaron los bordes inferiores, laterales y la corteza para eliminar la aloína. Los filetes se cortaron en cubos de $0,5 \times 0,5 \times 0,5 \pm 0,1$ cm. Se lavaron los trozos con agua potable y se

filtraron durante 2 min. Se pesaron 200 g de trozos de sábila. Luego, se prepararon tres soluciones osmóticas (50, 55 y 60 °Brix), utilizando sacarosa (200, 220 y 240 g respectivamente) y agua purificada (200, 180 y 160 g respectivamente) también, se adicionaron 0,40 g de ácido cítrico para los tres tratamientos y 2 g de cloruro de calcio para el tratamiento T1, 2,20 g para el tratamiento T2 y 2,40 g para el tratamiento T3. Se filtró cada solución para retirar las impurezas. Se adicionaron los trozos de sábila previamente pesados para cada solución y se agitó a 170 rpm a 30 °C por 3 h. Se filtraron los trozos de sábila osmodeshidratados por 10 min (ver anexo 3).

3.4.2.3. Segunda fase: formulación de las bebidas

Para los nueve tratamientos de cada ensayo se pesó sacarosa, trozos de sábila osmodeshidratados, saborizante a naranja y limón, goma gellan, ácido cítrico y ácido ascórbico, este último solo se utilizó en las bebidas con sabor a naranja. Estos insumos fueron pesados de acuerdo a cada formulación planteada en esta investigación (ver tablas 13 y 14). Se mezclaron todos los ingredientes y se agitaron a 800 rpm por 5 min. Se pasteurizaron las bebidas a altas temperaturas por un corto tiempo (HTST) a 85 °C por 1 min, seguido de un choque térmico a 5 °C por 15 s. Se envasaron en botellas de politereftalato de etileno (PET) de 300 ml previamente desinfectadas y finalmente, se almacenaron las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón a 4 °C (ver anexo 4 y 5).

3.4.3. Formulaciones para la deshidratación osmótica de trozos de sábila (*Aloe vera*)

En la tabla 12 se indican las formulaciones de las soluciones utilizadas para el proceso de deshidratación osmótica obtenidas a través de las fórmulas mencionadas en el anexo 6, mientras que, en las tablas 13 y 14 se muestran las formulaciones para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.

Tabla 12. Formulaciones de las soluciones para la deshidratación osmótica de 200 g de sábila.

Ingredientes	T1 (50 °Brix)		T2 (55 °Brix)		T3 (60 °Brix)	
	g	%	g	%	g	%
Agua	200	49,70	180	44,71	160	39,72
Sacarosa	200	49,70	220	54,64	240	59,58
Ácido cítrico	0,40	0,10	0,40	0,10	0,40	0,10
Cloruro de calcio	2,00	0,50	2,20	0,55	2,40	0,60
Total	402,40	100	402,60	100	402,80	100

3.4.4. Formulaciones para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón

Tabla 13. Formulaciones para la elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.

Materia prima e insumos	T1		T2		T3	
	g	%	g	%	g	%
Agua	265,98	88,66	265,86	88,62	265,74	88,58
Sacarosa	24,00	8,00	24,00	8,00	24,00	8,00
Trozos de sábila	9,00	3,00	9,00	3,00	9,00	3,00
Sabor a naranja	0,48	0,16	0,60	0,20	0,72	0,24
Ácido cítrico	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10
Ácido ascórbico	0,09	0,03	0,09	0,03	0,09	0,03
Goma gellan	0,15	0,05	0,15	0,05	0,15	0,05
Total	300	100	300	100	300	100
		T4		T5		T6
Agua	265,98	88,66	265,86	88,62	265,74	88,58
Sacarosa	24,00	8,00	24,00	8,00	24,00	8,00
Trozos de sábila	9,00	3,00	9,00	3,00	9,00	3,00
Sabor a naranja	0,48	0,16	0,60	0,20	0,72	0,24
Ácido cítrico	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10
Ácido ascórbico	0,09	0,03	0,09	0,03	0,09	0,03
Goma gellan	0,15	0,05	0,15	0,05	0,15	0,05
Total	300	100	300	100	300	100
		T7		T8		T9
Agua	265,98	88,66	265,86	88,62	265,74	88,58
Sacarosa	24,00	8,00	24,00	8,00	24,00	8,00
Trozos de sábila	9,00	3,00	9,00	3,00	9,00	3,00
Sabor a naranja	0,48	0,16	0,60	0,20	0,72	0,24
Ácido cítrico	0,30	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10
Ácido ascórbico	0,09	0,03	0,09	0,03	0,09	0,03
Goma gellan	0,15	0,05	0,15	0,05	0,15	0,05
Total	300	100	300	100	300	100

Nota. Los trozos de sábila (*Aloe vera*) fueron deshidratados en diferentes soluciones osmóticas. Los tratamientos 1, 2 y 3 fueron a 50 °Brix, los tratamientos 4, 5 y 6 fueron a 55 °Brix y los tratamientos 7, 8 y 9 a 60 °Brix.

3.4.5. Métodos empleados en la elaboración de las bebidas

Los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales se realizaron respectivamente en los laboratorios 304 Tesis e Investigación, 204 Microbiología y Biotecnología y 302 Análisis Sensorial de la Universidad UPEC. A continuación, se describe cada parámetro evaluado en el experimento:

3.4.5.1. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados

Los trozos de sábila osmodeshidratados a 50, 55 y 60 °Brix, se analizaron por triplicado los parámetros: sólidos solubles totales, porcentaje en peso y firmeza.

3.4.5.1.1. Determinación de sólidos solubles totales (SST)

Para la determinación de los SST de los trozos sábila, se tomó como referencia la metodología aplicada por Banda (2016), donde se midió su concentración antes y después del proceso de deshidratación osmótica, previamente triturados con la ayuda de un mortero y pistilo. El equipo utilizado para este análisis fue un refractómetro cuyos valores obtenidos fueron expresados en °Brix.

3.4.5.1.2. Determinación de porcentaje en peso

Con una balanza analítica se determinó el peso de los trozos de sábila antes y después de sumergirlos en la solución osmótica de cada uno de los tratamientos. Para la determinación del porcentaje de pérdida de peso de los trozos de sábila osmodeshidratados, se utilizó la fórmula propuesta por García *et al.* (2018):

$$WR = \frac{M_0 - M_f}{M_0} \times 100$$

Donde:

M_0 = Peso inicial de la fruta (g) y M_f = Peso final de la fruta (g).

3.4.5.1.3. Determinación de firmeza

El valor de la firmeza se obtuvo a través de la metodología propuesta por Banda (2016). Cada muestra se evaluó antes y después del proceso de deshidratación osmótica. Se colocó un trozo de sábila con una dimensión de 0,5 x 0,5 x 0,5 cm en un vidrio reloj para medir su firmeza mediante un penetrómetro digital con un punzón de 3 mm de diámetro. Los resultados obtenidos

fueron expresados en Newton (N).

3.4.5.2. Análisis sensorial de las bebidas

Con el propósito de garantizar que las bebidas sean aptas para el consumo humano, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos previos al análisis sensorial. Para lo cual se tomaron como referencia los parámetros establecidos en la NTE INEN 2304 (2008).

Una vez verificado que estas bebidas son seguras para el consumo humano y cumplieran con los parámetros establecidos en la normativa ya mencionada, se procedió a realizar el análisis sensorial, para el cual se presentaron nueve tratamientos de cada ensayo codificados con tres números con el propósito de evitar sesgos en la evaluación. Se analizaron los atributos color, olor, sabor y textura de los trozos de sábila mediante una prueba de preferencia con una escala hedónica de 5 puntos, siendo 1 no me gusta nada, 2 no me gusta, 3 me gusta ligeramente, 4 me gusta y 5 me gusta mucho, para los tres primeros atributos y para la textura se utilizó otra escala siendo 1 muy suave, 2 suave, 3 ligeramente duro, 4 duro y 5 muy duro (ver anexos 7 y 8). Se realizó este análisis con el fin de determinar cuál es el mejor tratamiento de cada ensayo con la participación de 50 jueces no entrenados.

3.4.5.3. Análisis del tiempo de vida útil de las bebidas

El tiempo de vida útil se determinó al mejor tratamiento de cada ensayo según los resultados del análisis sensorial. Para lo cual, se evaluaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales cada tres días. A continuación, se describe el proceso que se realizó para cada parámetro:

3.4.5.3.1. Determinación de acidez titulable

Para la determinación de la acidez titulable se tomó como referencia lo establecido en la NTE INEN 381 (1986). Se colocaron 25 ml de bebida filtrada y 5 gotas de fenolftaleína en un vaso de precipitación de 50 ml y se tituló utilizando una bureta con una solución 0,1 N de hidróxido de sodio. Los resultados se expresaron en g de ácido cítrico/100 g de bebida. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Ac = \frac{(N NaOH)(V NaOH)(P_{eq})}{V muestra} \times 100$$

Donde:

Ac = Acidez titulable (g/100 ml), $N NaOH$ = Normalidad de hidróxido de sodio, $V NaOH$ = Volumen gastado de la solución de hidróxido de sodio (ml), P_{eq} = Peso molecular de ácido considerado como referencia (0,064), $V muestra$ = Volumen de la muestra (ml).

3.4.5.3.2. Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

Se determinó el pH mediante lo mencionado en la NTE INEN 389 (1986). Antes de cada medición se calibró el potenciómetro con soluciones buffer de pH conocido (pH 4 para la zona ácida, pH 7 para la zona neutral y pH 10 para la zona alcalina). Posteriormente, se determinó el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con 25 ml de cada muestra (bebidas) cuidando que éstos no tocaran las paredes del recipiente.

3.4.5.3.3. Determinación de sólidos solubles totales (SST)

Mediante un refractómetro manual de escala de 0-32 °Brix se determinó el contenido de SST de las bebidas con sabor a naranja y limón.

3.4.5.3.4. Determinación de polifenoles totales (PFT)

Para la determinación de los PFT se aplicó el método empleado por García *et al.* (2015), para lo cual se preparó la curva de calibración utilizando una solución patrón de ácido gálico de 1000 mg/l, a partir de la cual se prepararon 10 ml de disoluciones en concentraciones crecientes de ácido gálico de 0 a 1000 ppm, en tubo de ensayo se añadió la cantidad de agua destilada y de disolución de ácido gálico, según se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Preparación de la curva patrón de ácido gálico.

Reactivos	Concentración (ml/l) de la curva patrón de ácido gálico						
	0	100	200	300	500	600	1000
Ácido gálico (ml)	0	1	2	3	5	6	10
Agua destilada (ml)	10	9	8	7	5	4	0

Seguidamente se trituró el gel de sábila, del cual se tomaron 5 g y se añadieron 10 ml de metanol en relación 1:2. Se homogeneizó el contenido del tubo Falcon y se centrifugó a 6000 rpm durante 20 min. Se filtró y se recuperó el precipitado. A continuación, se adicionaron 0,5 ml de cada disolución de ácido gálico o del precipitado (sábila) y se colocaron en matraces aforados de 50 ml. Se añadieron 30 ml de agua destilada y 2,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu. Se homogeneizó el contenido de los matraces y se dejó reposar por 8 min en oscuridad. Se adicionaron a cada matraz aforado 7,5 ml de la disolución de carbonato de sodio al 20% y se llevó a un volumen de 50 ml con agua destilada. Se homogenizaron los matraces y se

mantuvieron bajo oscuridad a temperatura ambiente (12 °C) por 2 h. Finalmente, se midió la absorbancia de cada disolución y muestra a 765 nm.

3.4.5.3.5. *Determinación de coliformes fecales, E. coli., aerobios mesófilos, mohos y levaduras*

Se esterilizaron en una estufa los tubos de ensayo, los frascos autoclavables, las pipetas y los vasos de precipitación a 150 °C por 1 h. Se limpió y desinfectó la cámara de flujo laminar con alcohol y se esterilizó con rayos ultra violeta (UV) por 1 h. Se preparó el agua peptonada disolviendo 60 g en 3 l de agua destilada a 35 °C y se colocaron 90 ml en los frascos autoclavables y 9 ml en los tubos de ensayo y se autoclavaron a 121 °C por 15 min junto con las puntas para micropipeta. Para comprobar que se realizó una correcta esterilización se utilizó cinta autoclavable, la cual pasa de un color azul a negro. Se dejó enfriar por 30 min. Finalmente, se colocaron en la cámara de flujo laminar todos los materiales con UV por 30 min para eliminar contaminantes ambientales.

Para la determinación de coliformes fecales, *E. coli.*, aerobios mesófilos, mohos y levaduras, se colocaron 10 ml de muestra (bebidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón) en la solución madre y se agitó, luego se tomó 1 ml y se colocó en el primer tubo de ensayo. Posteriormente, se agregó 1 ml del primer tubo de ensayo en el segundo, este proceso se realizó hasta la 10⁵ dilución. La siembra se realizó tomando 1 ml de la disolución 10¹, 10³ y 10⁵ y se colocó en el centro de cada placa petrifilm previamente rotuladas, para la determinación de coliformes-*E. coli*, microorganismos aerobios mesófilos y mohos-levaduras. Las dos primeras muestras se colocaron en una incubadora a 35 °C por 24 h y 48 h respectivamente, y la última muestra en otra incubadora a 25 °C por 5 días. Cada análisis se realizó por duplicado debido a que no se observó ningún tipo de colonias en los análisis.

Las colonias de coliformes se identifican por su color rojo, mientras que las colonias de *E. coli.* por su color azul de acuerdo a lo establecido por el método AOAC 991.14. Los aerobios mesófilos presentan un color rojo según el método AOAC 990.12. Las colonias de mohos se diferencian por su forma tridimensional característica en distintos colores, mientras, las colonias de levaduras se tornan con un color azul de acuerdo al método AOAC 997.02.

3.4.5.3.6. *Determinación de las características sensoriales de las bebidas*

Para el análisis sensorial se empleó una prueba de aceptación (ver anexo 9) a diez catadores. Se analizaron los atributos color, olor, sabor y textura de los trozos de sábila con la finalidad de determinar la aceptación de estos atributos durante la estabilidad de las bebidas.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Factores de estudio

Se estudiaron dos factores en las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón, siendo el factor A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila y el factor B: Concentración del saborizante.

3.5.1.1. Factor A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (*Aloe vera*)

Se evaluaron tres concentraciones de la solución osmótica para deshidratar los trozos de sábila y formular bebidas con sabor a naranja y limón. A continuación, en la tabla 16 se muestra el factor A.

Tabla 16. Factor A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (*Aloe vera*).

Deshidratación osmótica de los trozos de sábila	Código
50 °Brix	A1
55 °Brix	A2
60 °Brix	A3

3.5.1.2. Factor B: Concentración del saborizante

Para la concentración de los dos saborizantes (naranja y limón) se analizaron tres porcentajes diferentes, con el propósito de determinar cuál brinda las mejores características fisicoquímicas y sensoriales a las bebidas. En la tabla 17 se muestra el factor B.

Tabla 17. Concentración del saborizante (naranja y limón).

Concentración del saborizante a naranja		Concentración del saborizante a limón		Código
Gramos (g)	Porcentaje (%)	Gramos (g)	Porcentaje (%)	
0,48	0,16	0,15	0,05	B1
0,60	0,20	0,23	0,075	B2
0,72	0,24	0,30	0,10	B3

Nota. Las cantidades de saborizante tanto de naranja como de limón fueron utilizadas para formular bebidas de 300 ml.

3.5.2. Diseño experimental

Se realizaron dos ensayos independientes, uno para las bebidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y otro para las bebidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón, debido a que no se utilizaron las mismas concentraciones del saborizante según lo recomendado por el proveedor. Se aplicó un Diseño

Factorial 3^2 completamente aleatorizado (DFCA), con un arreglo combinatorio, ya que se controlaron todas las condiciones durante el proceso, donde el factor A es la deshidratación osmótica de los trozos de sábila y el factor B es la concentración del saborizante (naranja y limón), obteniendo como resultado nueve tratamientos con tres repeticiones para cada ensayo. A continuación, en la tabla 18 se muestra el esquema del experimento.

Tabla 18. Esquema del experimento.

Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (<i>Aloe vera</i>)	Concentración del saborizante a naranja (%)	Concentración del saborizante a limón (%)	Código	Rep.	T.U.E. (ml)	U.E./Trat.
50 °Brix	0,16	0,05	A1B1	3	300	900
	0,20	0,075	A1B2	3	300	900
	0,24	0,10	A1B3	3	300	900
55 °Brix	0,16	0,05	A2B1	3	300	900
	0,20	0,075	A2B2	3	300	900
	0,24	0,10	A2B3	3	300	900
60 °Brix	0,16	0,05	A3B1	3	300	900
	0,20	0,075	A3B2	3	300	900
	0,24	0,10	A3B3	3	300	900

Nota. T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental. U.E.: Unidad experimental.

3.5.3. Esquema del análisis estadístico

En la tabla 19 se muestra el esquema del análisis de varianza (ANOVA) aplicado para los dos ensayos.

Tabla 19. Esquema del análisis estadístico.

Fuentes de variación (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)
A: Deshidratación osmótica	2
B: Concentración del saborizante	2
A x B	4
Error Experimental	18
Total	26

3.5.4. Análisis funcional

La información recolectada experimentalmente, se analizó mediante el programa estadístico Minitab 19 Statistical Software mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) seguido de una comparación de medias (prueba de Tukey).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Resultados

Con el fin de obtener bebidas con una calidad uniforme, se realizaron análisis fisicoquímicos a las hojas de sábila (*Aloe vera*). En la tabla 20 se muestran los valores medios de los seis parámetros analizados. En la cual se observa que las hojas de sábila utilizadas en esta investigación presentaron excelentes resultados en todos los parámetros de acuerdo a las recomendaciones de Banda (2016).

Tabla 20. Caracterización fisicoquímica de las hojas de sábila (*Aloe vera*).

Parámetros	n	$\bar{x} \pm \sigma$
Longitud (m)	20	0,50 \pm 0,009
Peso (kg)	20	0,40 \pm 0,006
Firmeza (N) *	20	0,52 \pm 0,018
Sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) *	20	1,00 \pm 0,065
pH *	20	4,63 \pm 0,068
Polifenoles totales (mg de ác. gálico /100 g de pulpa)*	3	158,69 \pm 0,23

Nota. * El análisis se realizó en el gel. n: Número de repeticiones. \bar{x} : Media. σ : Desviación estándar.

4.1.2. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados

A los trozos de sábila osmodeshidratados se les midieron: SST, porcentaje en peso y firmeza, para determinar la influencia de las diferentes concentraciones de las soluciones osmóticas.

4.1.2.1. Sólidos solubles totales (SST)

En cuanto a los SST se muestran los valores medios de los tres tratamientos en la tabla 21.

Tabla 21. SST en $^{\circ}$ Brix de los tres tratamientos.

Descripción	SST ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 $^{\circ}$ Brix)	14,00 \pm 0,00 ^c
T2 (55 $^{\circ}$ Brix)	15,93 \pm 0,12 ^b
T3 (60 $^{\circ}$ Brix)	16,93 \pm 0,12 ^a
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

Estadísticamente existe diferencia significativa entre los tres tratamientos con lo que respecta a los SST ($p < 0,05$). El tratamiento T3 (60 $^{\circ}$ Brix) presentó el valor medio más alto que los tratamientos T1 (50 $^{\circ}$ Brix) y T2 (55 $^{\circ}$ Brix), a pesar que las tres muestras fueron deshidratadas

durante tres horas. Estos resultados son razonables, ya que al aumentar la concentración de la solución osmótica existió una mayor velocidad de salida de agua del producto generando un mayor ingreso de solutos en los trozos de sábila.

4.1.2.2. Porcentaje en peso

En la tabla 22 se presentan los valores medios del porcentaje en peso de los tres tratamientos.

Tabla 22. Porcentaje en peso de los tres tratamientos.

Descripción	Porcentaje en peso ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix)	47,59 \pm 0,000 ^c
T2 (55 °Brix)	57,70 \pm 0,012 ^b
T3 (60 °Brix)	60,81 \pm 0,012 ^a
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

Estadísticamente existe diferencia significativa entre los valores medios de los tres tratamientos ($p < 0,05$). También, se observa que el tratamiento T3 (60 °Brix) perdió mayor porcentaje de peso que los tratamientos T1 (50 °Brix) y T2 (55 °Brix), a pesar que las tres muestras fueron deshidratadas durante tres horas. Estos resultados indican que al aumentar la concentración de la solución existe una mayor pérdida de agua a causa de la diferencia de presión osmótica.

4.1.2.3. Firmeza

Con respecto a la firmeza se muestran los valores medios de los tres tratamientos en la tabla 23.

Tabla 23. Firmeza en Newton de los tres tratamientos.

Descripción	Firmeza ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix)	0,97 \pm 0,058 ^c
T2 (55 °Brix)	1,67 \pm 0,058 ^b
T3 (60 °Brix)	2,47 \pm 0,058 ^a
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

La firmeza entre los tres tratamientos varió de 0,97 N a 2,47 N después de tres horas de deshidratación osmótica, existiendo estadísticamente diferencia significativa entre los tres tratamientos ($p < 0,05$). Se observa que la firmeza de los trozos de sábila osmodeshidratados aumentó a medida que se incrementó la concentración de la solución osmótica, generando que exista una mayor absorción de solutos.

4.1.3. Análisis sensorial de las bebidas

Con el propósito de controlar la calidad e inocuidad de las bebidas se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, debido a que son las principales características exigidas en el procesamiento de alimentos, ya que el destino final de estos es el consumo humano. En la tabla 24 se presentan los valores medios en lo que respecta a la acidez titulable, el pH y los SST de los nueve tratamientos del primer ensayo.

Tabla 24. Caracterización fisicoquímica de las bebidas con sabor a naranja.

Descripción	$\bar{x} \pm \sigma$		
	Acidez titulable	pH	SST
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	0,125 ± 0,001 ^a	3,52 ± 0,01 ^a	12,13 ± 0,12 ^a
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	0,125 ± 0,000 ^a	3,52 ± 0,01 ^a	12,13 ± 0,12 ^a
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	0,124 ± 0,001 ^a	3,53 ± 0,00 ^a	12,20 ± 0,00 ^a
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	0,125 ± 0,000 ^a	3,53 ± 0,01 ^a	12,13 ± 0,12 ^a
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	0,124 ± 0,001 ^a	3,53 ± 0,00 ^a	12,20 ± 0,00 ^a
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	0,124 ± 0,001 ^a	3,53 ± 0,01 ^a	12,20 ± 0,00 ^a
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	0,124 ± 0,000 ^a	3,53 ± 0,01 ^a	12,13 ± 0,12 ^a
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	0,125 ± 0,001 ^a	3,53 ± 0,01 ^a	12,20 ± 0,00 ^a
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	0,124 ± 0,000 ^a	3,53 ± 0,01 ^a	12,20 ± 0,00 ^a
Valor p	0,841	0,497	0,841

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

Se observa que los nueve tratamientos en cuanto a la acidez titulable, el pH y los SST son iguales, debido a que los Valores p son mayores a 0,05. Cabe recalcar que estos tratamientos cumplieron con los requisitos mencionados en la NTE INEN 2304 (2008).

En la tabla 25 se muestran los Valores p correspondientes a la interacción de los factores: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (A) y Concentración del saborizante a naranja (B) en cuanto a la caracterización fisicoquímica de las bebidas sabor a naranja.

Tabla 25. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante a naranja) de la acidez, el pH y los SST de las bebidas con sabor a naranja.

Descripción	Valor p		
	Acidez titulable	pH	SST
A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila	0,821	0,233	0,781
B: Concentración del saborizante	0,465	0,360	0,202
A x B	0,736	0,679	0,906

Nota. El Valor p indica significancia estadística para los factores e interacción A x B.

Se observa que en cuanto a la acidez titulable, el pH y los SST no existen diferencias significativas tanto para los factores A y B, como para la interacción A x B ($p > 0,05$). Cabe destacar que, el factor B presentó una mayor influencia que el factor A en la acidez titulable y los SST (ver anexo 10). Esto se debe a que se utilizó ácido cítrico (0,10%) y de sacarosa (8%), los cuales ayudaron a potenciar el sabor en las bebidas. En cambio, el factor A presentó un efecto mínimamente significativo que el factor B en cuanto al pH (ver anexo 10). Esto se debió a la concentración de los trozos de sábila osmodeshidratados en las bebidas (3%), la cual tiende a influir en los valores de pH.

En la tabla 26 se indican los valores medios en lo que respecta a la acidez titulable, el pH y los SST de los nueve tratamientos del segundo ensayo.

Tabla 26. Caracterización fisicoquímica de las bebidas con sabor a limón.

Descripción	$\bar{x} \pm \sigma$		
	Acidez titulable	pH	SST
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	0,13 ± 0,00 ^c	4,22 ± 0,04 ^a	7,20 ± 0,00 ^c
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	0,15 ± 0,00 ^b	3,84 ± 0,04 ^b	7,60 ± 0,00 ^b
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	0,16 ± 0,00 ^a	3,01 ± 0,02 ^d	8,20 ± 0,00 ^a
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	0,13 ± 0,00 ^c	4,18 ± 0,06 ^a	7,20 ± 0,00 ^c
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	0,14 ± 0,00 ^b	3,84 ± 0,01 ^b	7,53 ± 0,12 ^b
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	0,16 ± 0,00 ^a	3,12 ± 0,01 ^c	8,13 ± 0,12 ^a
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	0,13 ± 0,00 ^c	4,24 ± 0,08 ^a	7,13 ± 0,12 ^c
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	0,15 ± 0,00 ^b	3,85 ± 0,01 ^b	7,60 ± 0,00 ^b
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	0,16 ± 0,00 ^a	3,08 ± 0,01 ^{cd}	8,13 ± 0,12 ^a
Valor p	0,000	0,000	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

Existen diferencias significativas entre los valores medios de los tratamientos en cuanto a la acidez titulable, el pH y los SST ($p < 0,05$). En la misma tabla se aprecia que los tratamientos T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante), T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante) presentaron los valores medios más altos tanto en la acidez titulable como en los SST, en cambio para el parámetro pH los tratamientos T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante), T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante) y T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante) presentaron los valores medios más altos. Además, se denota que la acidez se encuentra entre 0,13 a 0,16 g de ác. cítrico/100 g de bebida, el pH entre 3,01 a 4,24 y los SST entre 7,13 y 8,20 °Brix. Estos valores cumplen con la NTE INEN 2304 (2008), ya que un refresco debe tener como mínimo 7 °Brix, pH de 2 y acidez de 0,10 g de ác. cítrico/100 g de bebida para ser comercializado.

En la tabla 27 se muestran los Valores p correspondientes a la interacción de los factores: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (A) y Concentración del saborizante a limón (B) en cuanto a la caracterización fisicoquímica de las bebidas.

Tabla 27. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante a limón) de la acidez, el pH y los SST de las bebidas con sabor a limón.

Descripción	Valor p		
	Acidez titulable	pH	SST
A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila	0,144	0,220	0,387
B: Concentración del saborizante	0,000	0,000	0,000
A x B	0,024	0,028	0,651

Nota. El Valor p indica significancia estadística para los factores e interacción A x B.

Se observa que en cuanto a la acidez titulable y el pH existen diferencias significativas para el factor B y de la interacción A x B ($p < 0,05$). Mediante los diagramas de Pareto estandarizado se evidencia que el factor B presentó un mayor efecto que el factor A (ver anexo 11). Este efecto se debe a que se utilizaron tres concentraciones de saborizante a limón (0,05%, 0,075% y 0,10%), por ende, se varió las concentraciones de ácido cítrico (0,10%, 0,15% y 0,20%), lo cual influyó en la variación de la acidez titulable y por ende en el pH. Por otra parte, se aprecia que en los SST no existe diferencia significativa en la interacción de los factores A x B ($p > 0,05$). El factor B presentó una mayor influencia que el factor A en los SST (ver anexo 11). Esto se debe a que se varió el porcentaje de sacarosa (3,50%, 5,25% y 7,00%).

En las tablas 28 y 29 se indican los resultados en cuanto al recuento de coliformes fecales, *E. coli.*, aerobios mesófilos, mohos y levaduras de los nueve tratamientos de cada ensayo.

Tabla 28. Caracterización microbiológica de las bebidas con sabor a naranja.

Tratamientos	Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> (NMP)	Aerobios mesófilos (UFC)	Mohos y levaduras (UP)
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³

Nota. NMP: Número más Probable. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. UP: Unidades Propagadas. En las diluciones 10⁻¹, 10⁻³ y 10⁻⁵ no se encontró presencia de microorganismos.

Tabla 29. Caracterización microbiológica de las bebidas con sabor a limón.

Tratamientos	Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> (NMP)	Aerobios mesófilos (UFC)	Mohos y levaduras (UP)
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³

Nota. NMP: Número más Probable. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. UP: Unidades Propagadas. En las diluciones 10⁻¹, 10⁻³ y 10⁻⁵ no se encontró presencia de microorganismos.

De acuerdo con la NTE INEN 2304 (2008) se consideró que todos los tratamientos son idóneos para el consumo humano, ya que existe ausencia de microorganismos, estos resultados pueden ser verificados en las tablas 28-29 y en los anexos 12-13.

Una vez comprobado que los nueve tratamientos de cada ensayo cumplieran con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la NTE INEN 2304 (2008), se realizó el análisis sensorial. De la tabla 30 a la 33 se muestran los valores medios de los atributos evaluados en las bebidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.

Tabla 30. Resultados del atributo color de las bebidas con sabor a naranja.

Descripción	Color ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	3,96 ± 0,70 ^a
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	2,72 ± 1,03 ^b
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	3,16 ± 0,91 ^b
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	4,32 ± 0,59 ^a
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	2,90 ± 1,06 ^b
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	3,20 ± 0,81 ^b
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	3,04 ± 1,03 ^b
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	3,82 ± 0,72 ^a
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	3,20 ± 0,78 ^b
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar.

Estadísticamente existe diferencia significativa entre los valores medios de los tratamientos ($p < 0,05$). Se observa que, a menor cantidad de saborizante a naranja, el atributo color es más

aceptado por los catadores. El tratamiento T4 que contiene 0,16% de saborizante y trozos de sábila deshidratados a 55 °Brix presentó el valor medio más alto. Mientras que el tratamiento T2 que contiene 0,20% de saborizante y trozos de sábila deshidratados a 50 °Brix fue considerado como el menos aceptado por los panelistas con un valor medio de 2,72.

Tabla 31. Resultados del atributo olor de las bebidas con sabor a naranja.

Descripción	Olor ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	3,82 ± 0,77 ^{ab}
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	2,24 ± 0,74 ^e
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	2,98 ± 0,92 ^d
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	4,32 ± 0,59 ^a
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	2,90 ± 1,06 ^d
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	3,20 ± 0,81 ^{cd}
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	2,82 ± 0,83 ^d
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	3,66 ± 0,69 ^{bc}
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	2,80 ± 0,83 ^d
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Se aprecia que al incorporar 0,16% de saborizante a naranja a la bebida, el atributo olor presentó mejor aceptación, con estos resultados se puede decir que los catadores tuvieron una mayor preferencia hacia la menor concentración de saborizante, por lo tanto, el mejor tratamiento es el T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja). Por otra parte, el tratamiento T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante) presentó la menor aceptación por los panelistas.

Tabla 32. Resultados del atributo sabor de las bebidas con sabor a naranja.

Descripción	Sabor ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	3,86 ± 0,70 ^{ab}
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	2,58 ± 1,01 ^c
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	2,52 ± 1,02 ^c
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	4,32 ± 0,51 ^a
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	2,92 ± 1,03 ^c
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	3,02 ± 0,89 ^c
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	2,82 ± 0,83 ^c
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	3,66 ± 0,69 ^b
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	2,80 ± 0,83 ^c
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

En lo que respecta al atributo sabor se puede afirmar que el tratamiento T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) presentó una mayor preferencia por los consumidores ya que su valor medio fue el más alto. También los tratamientos T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante a naranja) presentaron una buena aceptación con un valor medio de 3,86 y 3,66, respectivamente.

Tabla 33. Resultados del atributo textura de los trozos de sábila de las bebidas sabor a naranja.

Descripción	Textura de los trozos de sábila ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante)	2,70 ± 0,76 ^{bc}
T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante)	1,78 ± 0,84 ^d
T3 (50 °Brix + 0,24% saborizante)	1,98 ± 0,85 ^d
T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante)	3,38 ± 0,53 ^a
T5 (55 °Brix + 0,20% saborizante)	1,86 ± 0,88 ^d
T6 (55 °Brix + 0,24% saborizante)	2,14 ± 1,18 ^d
T7 (60 °Brix + 0,16% saborizante)	2,00 ± 0,90 ^d
T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante)	2,94 ± 1,02 ^{ab}
T9 (60 °Brix + 0,24% saborizante)	2,20 ± 0,90 ^{cd}
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Para el atributo textura de los trozos de sábila, de los nueve tratamientos se consideró como el mejor tratamiento al T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante) debido a que presentó un valor medio de 3,38 siendo el más alto. También, los tratamientos T8 (60 °Brix + 0,20% saborizante) y T1 (50 °Brix + 0,16% saborizante), mostraron buena aceptación. Cabe recalcar, que los panelistas tuvieron una mayor preferencia hacia los trozos de sábila (*Aloe vera*) osmodeshidratados que presentaron una textura ligeramente dura.

En la figura 10 se observa la aceptabilidad general de los nueve tratamientos evaluados sensorialmente para las bebidas con sabor a naranja. El mejor tratamiento fue el T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante) ya que presentó los porcentajes de aceptabilidad general más altos en los atributos: color, olor, sabor y textura de los trozos de sábila, dando como resultado el 82% de preferencia. Por lo contrario, el tratamiento T2 (50 °Brix + 0,20% saborizante) obtuvo la aceptabilidad más baja por los catadores con un 47%.

Sin embargo, los nueve tratamientos en cuanto a sus características fisicoquímicas no presentaron estadísticamente diferencias significativas.

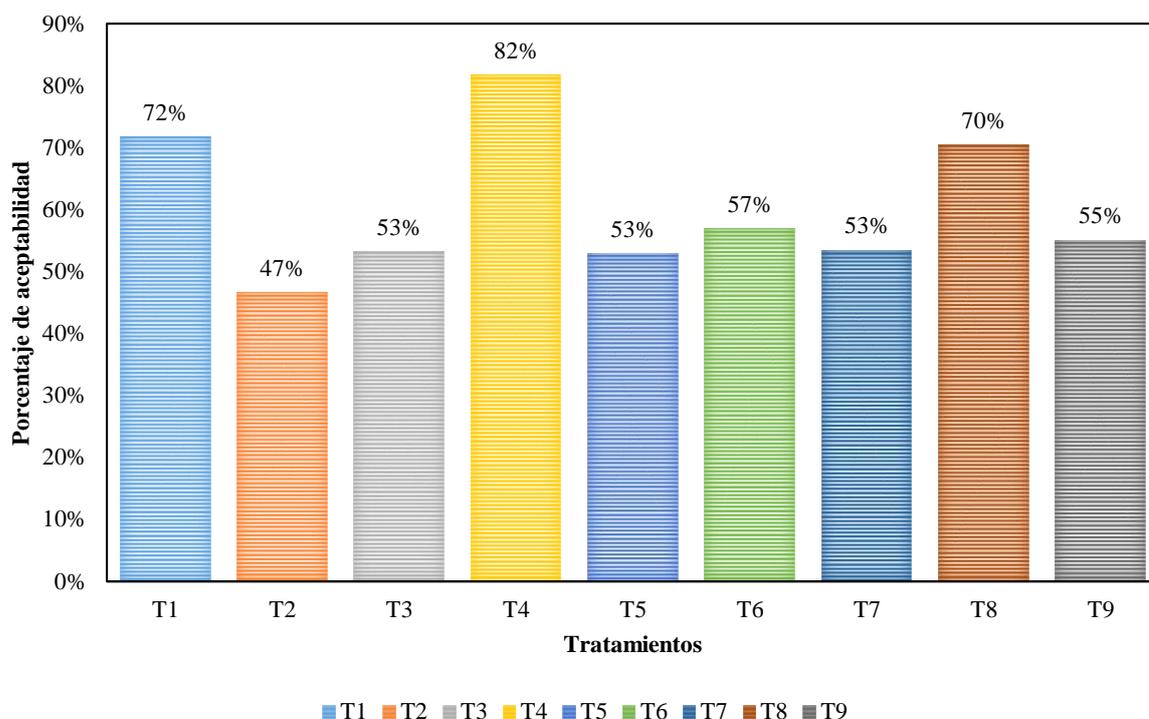


Figura 10. Aceptabilidad general de las bebidas con sabor a naranja.

De la tabla 34 a la 37 se muestran los valores medios de los atributos evaluados sensorialmente para las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.

Tabla 34. Resultados del atributo color de las bebidas con sabor a limón.

Descripción	Color ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	2,70 ± 0,91 ^d
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	2,94 ± 0,96 ^{cd}
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	3,64 ± 0,90 ^{ab}
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	3,28 ± 1,11 ^{bc}
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	3,34 ± 0,85 ^{bc}
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	4,10 ± 0,61 ^a
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	3,18 ± 0,87 ^{bcd}
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	3,04 ± 0,88 ^{cd}
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	3,46 ± 1,01 ^{bc}
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$). También, se observa que, a mayor cantidad de saborizante a limón, este atributo fue más aceptado por los catadores. El valor medio más alto corresponde al tratamiento T6 que tiene 0,10% de saborizante y trozos de sábila deshidratados a 55 °Brix. Por otra parte, el tratamiento T1 que

tiene 0,05% de saborizante y trozos de sábila deshidratados a 50 °Brix fue el menos aceptado por los panelistas, por ende, presentó el valor medio más bajo (2,70).

Tabla 35. Resultados del atributo olor de las bebidas con sabor a limón.

Descripción	Olor ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	2,60 ± 0,73 ^d
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	2,82 ± 0,83 ^{cd}
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	3,64 ± 0,69 ^{ab}
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	2,90 ± 1,15 ^{cd}
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	3,18 ± 0,83 ^{bc}
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	4,06 ± 0,71 ^a
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	2,70 ± 1,02 ^{cd}
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	2,92 ± 0,92 ^{cd}
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	3,48 ± 0,89 ^b
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Se observa que el tratamiento T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante) fue considerado como el mejor tratamiento, debido a que presentó un valor medio de 4,06. También, los tratamientos T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante) y T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante) presentaron una buena aceptabilidad por parte de los panelistas.

Tabla 36. Resultados del atributo sabor de las bebidas con sabor a limón.

Descripción	Sabor ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	2,62 ± 0,86 ^{def}
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	2,84 ± 0,84 ^{de}
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	3,64 ± 0,72 ^{ab}
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	2,12 ± 0,94 ^f
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	3,08 ± 0,97 ^{cd}
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	4,18 ± 0,69 ^a
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	2,32 ± 0,96 ^{ef}
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	2,90 ± 1,00 ^{cd}
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	3,42 ± 1,05 ^{bc}
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Se aprecia que al incorporar 0,10% de saborizante a limón a la bebida, el atributo sabor presentó mejor aceptación por los panelistas. Con estos resultados se puede decir que los catadores tuvieron una mayor preferencia hacia la mayor concentración de saborizante, por lo tanto, el

mejor tratamiento es el T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante). Por otra parte, el tratamiento T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante) presentó el valor medio más bajo (2,12) por lo que se consideró como el tratamiento menos aceptado por los panelistas.

Tabla 37. Resultados del atributo textura de los trozos de sábila de las bebidas sabor a limón.

Descripción	Textura de los trozos de sábila ($\bar{x} \pm \sigma$)
T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante)	1,66 ± 0,72 ^d
T2 (50 °Brix + 0,075% saborizante)	1,74 ± 0,75 ^{cd}
T3 (50 °Brix + 0,10% saborizante)	2,38 ± 0,60 ^b
T4 (55 °Brix + 0,05% saborizante)	1,94 ± 0,89 ^{bcd}
T5 (55 °Brix + 0,075% saborizante)	1,80 ± 0,78 ^{cd}
T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante)	3,18 ± 0,56 ^a
T7 (60 °Brix + 0,05% saborizante)	1,86 ± 0,88 ^{cd}
T8 (60 °Brix + 0,075% saborizante)	1,96 ± 0,99 ^{bcd}
T9 (60 °Brix + 0,10% saborizante)	2,18 ± 0,80 ^{bc}
Valor p	0,000

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). σ : Desviación estándar

Se observa que el tratamiento T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) fue el mejor tratamiento debido a que presentó el valor medio más alto (3,18) y difirió de los demás tratamientos por su rango “a”. En cambio, el tratamiento T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante a limón) fue considerado como el menos aceptado de los nueve tratamientos ya que presentó un valor medio de 1,66. Cabe mencionar, que los panelistas tuvieron una mayor preferencia hacia los trozos de sábila deshidratados a 55 °Brix, los cuales presentaron una textura ligeramente dura.

En la figura 11 se indica la aceptabilidad general de los nueve tratamientos evaluados sensorialmente para las bebidas sabor a limón. El mejor tratamiento fue el T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) debido a que presentó el 78% de aceptabilidad general. Por otra parte, el tratamiento T1 (50 °Brix + 0,05% saborizante) fue considerado como el menos aceptado por los catadores ya que presentó una aceptabilidad del 48%.

En lo que respecta a las características fisicoquímicas el tratamiento T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) presentó los mejores resultados en cuanto a la acidez titulable, el pH y los SST, debido a que sus valores fueron los más alejados a los requisitos mínimos establecidos en la NTE INEN 2304 (2008).

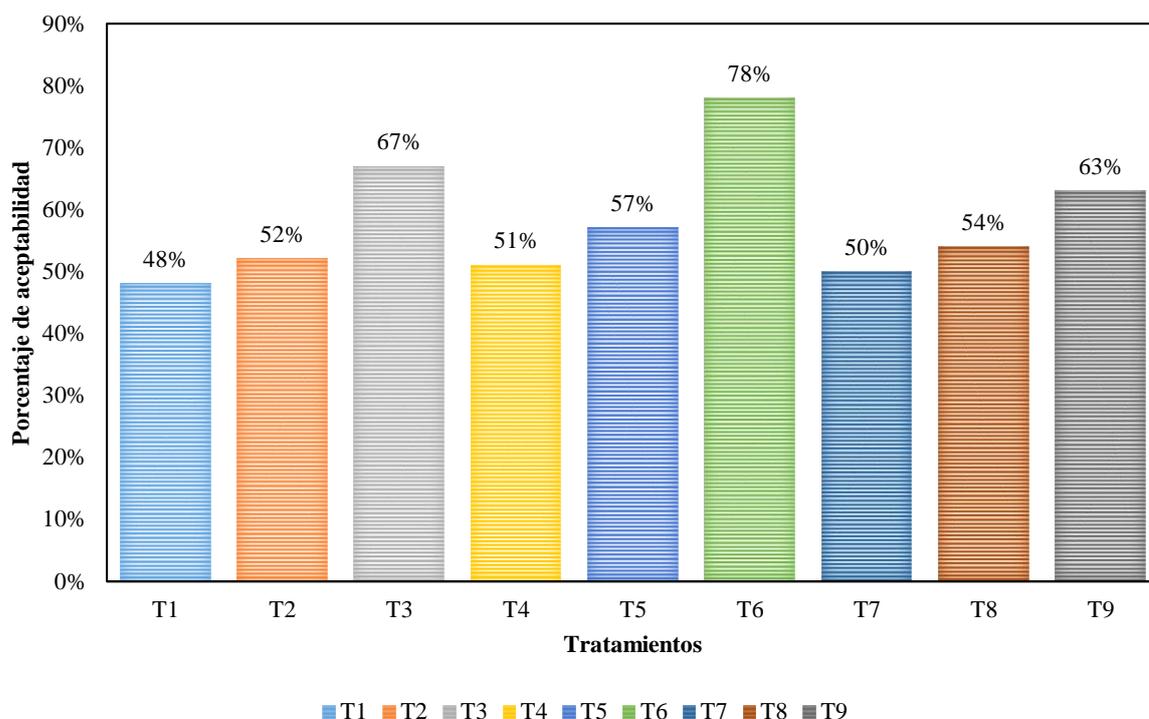


Figura 11. Aceptabilidad general de las bebidas con sabor a limón.

En la tabla 38 se muestran los Valores p correspondientes a la interacción de los factores: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila (A) y Concentración del saborizante (B) en cuanto al a la aceptabilidad global de las bebidas.

Tabla 38. Valores p de la interacción (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante) de la aceptabilidad global de las bebidas sabor a naranja y limón.

Descripción	Valor p	
	Aceptabilidad del ensayo 1	Aceptabilidad del ensayo 2
A: Deshidratación osmótica de los trozos de sábila	0,000	0,000
B: Concentración del saborizante	0,000	0,000
A x B	0,000	0,000

Nota. El Valor p indica significancia estadística para los factores e interacción A x B.

Para los dos ensayos se observa que existe diferencia significativa en la interacción de los factores (Deshidratación osmótica de los trozos de sábila x Concentración del saborizante), debido a que los Valores p son menor a 0,05. En los diagramas de Pareto estandarizado se muestra que el factor B sobrepasó el valor del margen de error, por ende, presentó una mayor influencia que el factor A en la aceptabilidad general de las bebidas (ver anexo 14).

4.1.4. Tiempo de vida útil de las bebidas

Con el objetivo de conocer el tiempo de vida útil de las bebidas enriquecidas con trozos de

sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón, se analizaron las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales cada tres días. Estos parámetros se evaluaron únicamente a los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón), debido a que fueron los mejores tratamientos según los resultados del análisis sensorial.

En la figura 12 se muestran los resultados en cuanto a la variación de la acidez titulable de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón), las cuales tienden a aumentar muy ligeramente con respecto al tiempo. El tratamiento T4 aumentó 0,006 g de ácido cítrico/100 g de bebida hasta los 15 días y a partir de este tiempo incrementó 0,003 g de ácido cítrico/100 g de bebida. De una manera similar ocurrió en el tratamiento T6, variando 0,013 g de ácido cítrico/100 g de bebida durante el tiempo de almacenamiento. Estas variaciones fueron tan pequeñas que se considera que este parámetro se mantuvo de manera constante.

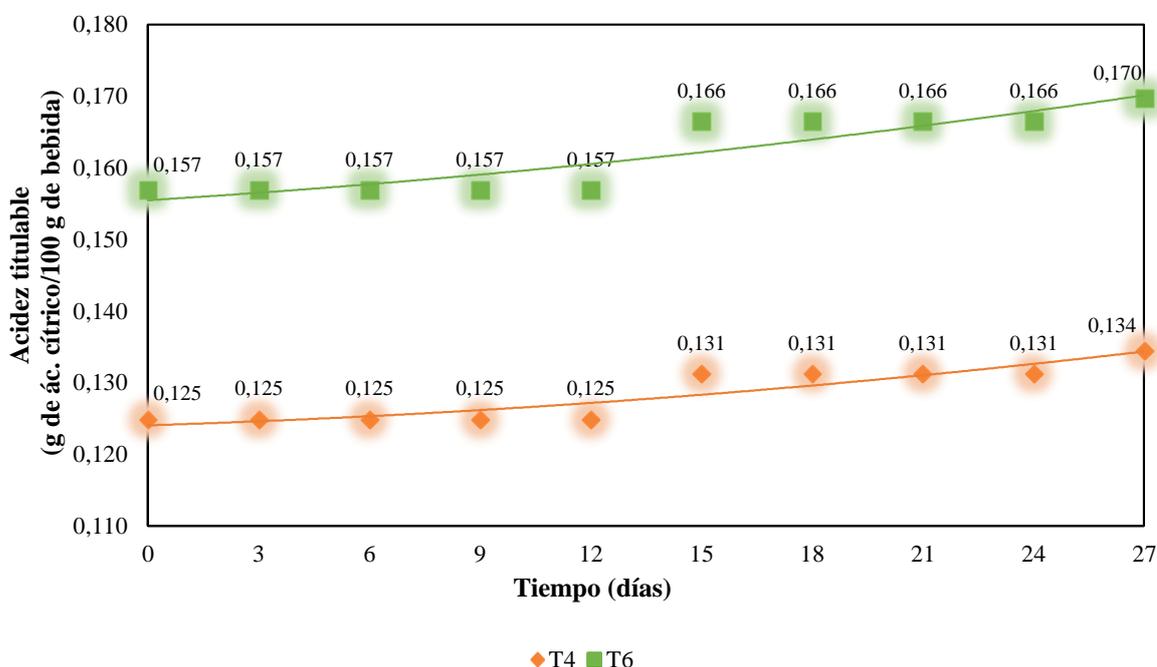


Figura 12. Variación de la acidez titulable de las bebidas en función del tiempo.

En la figura 13 se observa que los pH de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) tienden a disminuir ligeramente con respecto al tiempo. El tratamiento T4 se mantuvo constante durante los 27 días de almacenamiento, mientras que el tratamiento T6 presentó una ligera reducción de pH de solo 0,07 unidades durante los 27 días. El pH de las dos bebidas se mantiene constante durante el tiempo de evaluación de la vida útil.

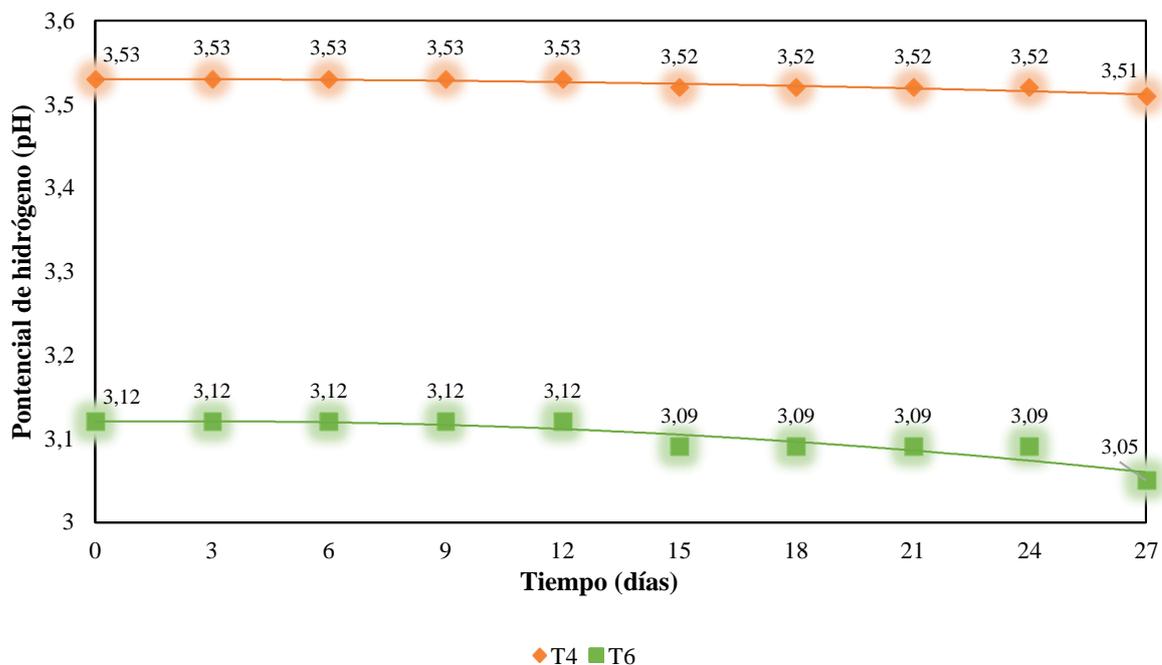


Figura 13. Variación del pH de las bebidas en función del tiempo.

En la figura 14 se muestra la variación de los SST en función del tiempo, mismos que presentaron tendencia a decrecer. En 27 días de almacenamiento los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) disminuyeron 0,4 y 0,2 °Brix, respectivamente, debido a que existió una migración de los solutos disueltos en la bebida hacia los trozos de sábila.

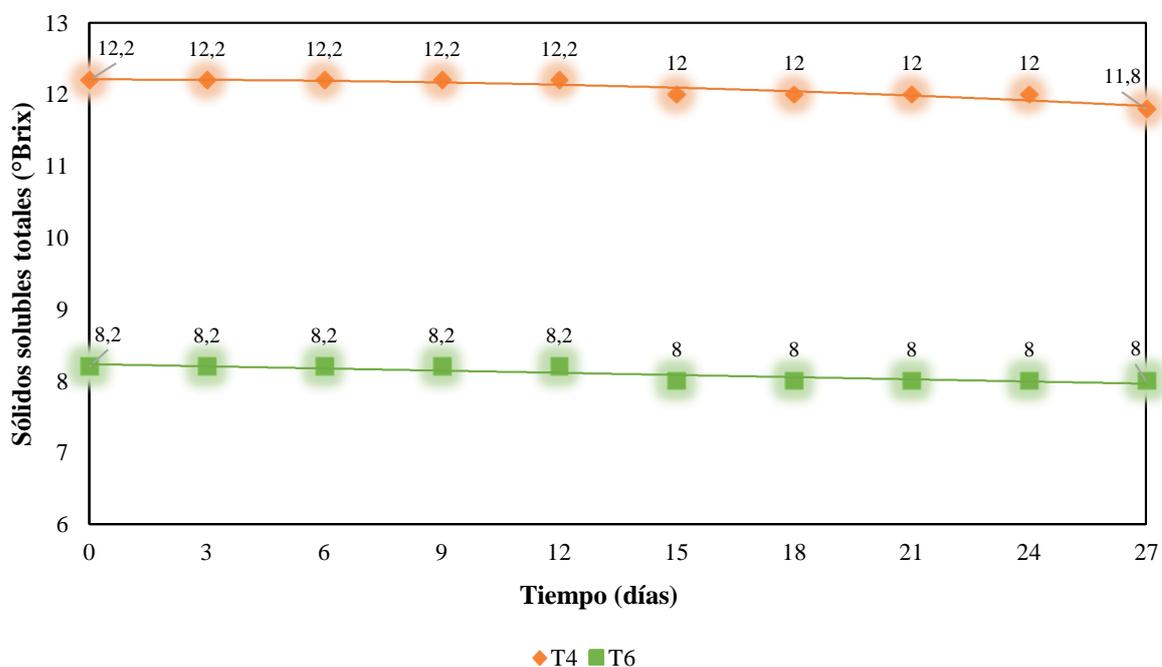


Figura 14. Variación de sólidos solubles totales de las bebidas en función del tiempo.

En la figura 15 se muestra la curva de calibración preparada en función de la absorbancia y concentración de las seis disoluciones de ácido gálico utilizadas para la determinación de polifenoles totales en ambos tratamientos.

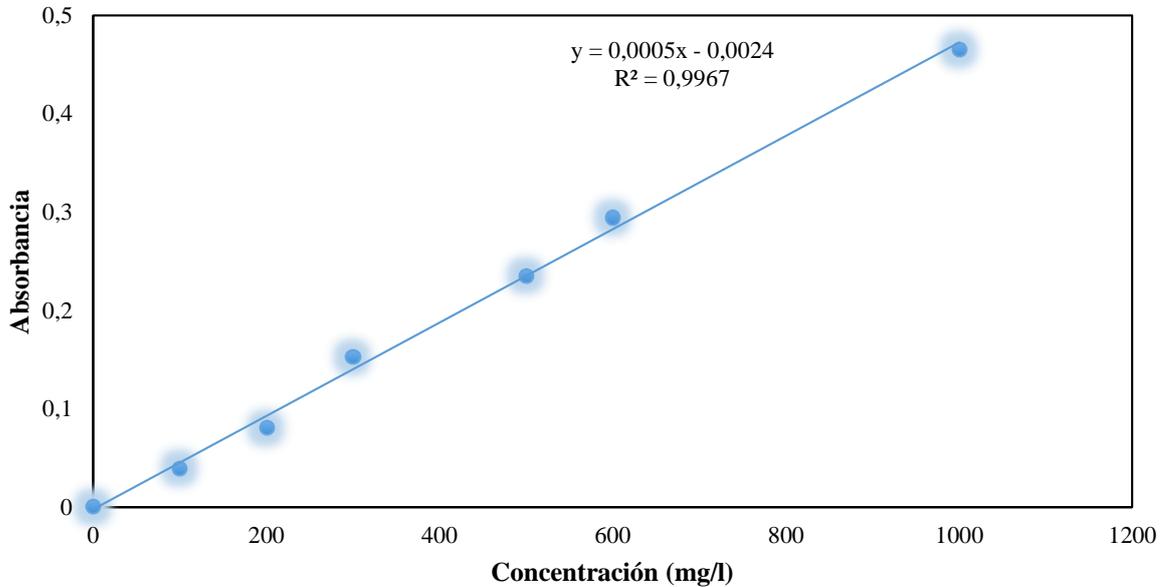


Figura 15. Curva de calibración del ácido gálico.

A continuación, se muestra un cálculo típico para la determinación de la concentración de polifenoles totales del tratamiento T4 durante el tiempo de vida útil, para lo cual se empleó la fórmula mostrada en la figura 15 y los resultados se expresaron en mg de ácido gálico/100 g de bebida. Los resultados mostrados en la figura 16 corresponden a valores promedios de tres repeticiones de cada uno de los ensayos.

Donde:

y = Absorbancia (A), m = Pendiente, x = Concentración (C), b = Ordenada en el origen

$$A = mC - b$$

$$C = \frac{0,312 + 0,0024}{0,0005}$$

$$C = \left[\left(\frac{628,8}{1000} \right) \left(\frac{5}{10} \right) \right] (100) = \mathbf{125,76 \text{ mg de ác. gálico/100 g de bebida}}$$

Cabe recalcar que el mismo proceso se aplicó para la determinación de la concentración de PFT del tratamiento T6. En la figura 16 se muestra la variación de la concentración de PFT del T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) durante el tiempo de almacenamiento a una temperatura de 4 °C, los cuales llegaron a 108, 43 y 107,

23 mg de ác. gálico/100 g de bebida, respectivamente. Entre los tratamientos existió una mínima diferencia en la reducción del contenido de polifenoles totales, ya que el primero se redujo en 17,20 y el segundo en 16,93 mg de ác. gálico/100 g de bebida.

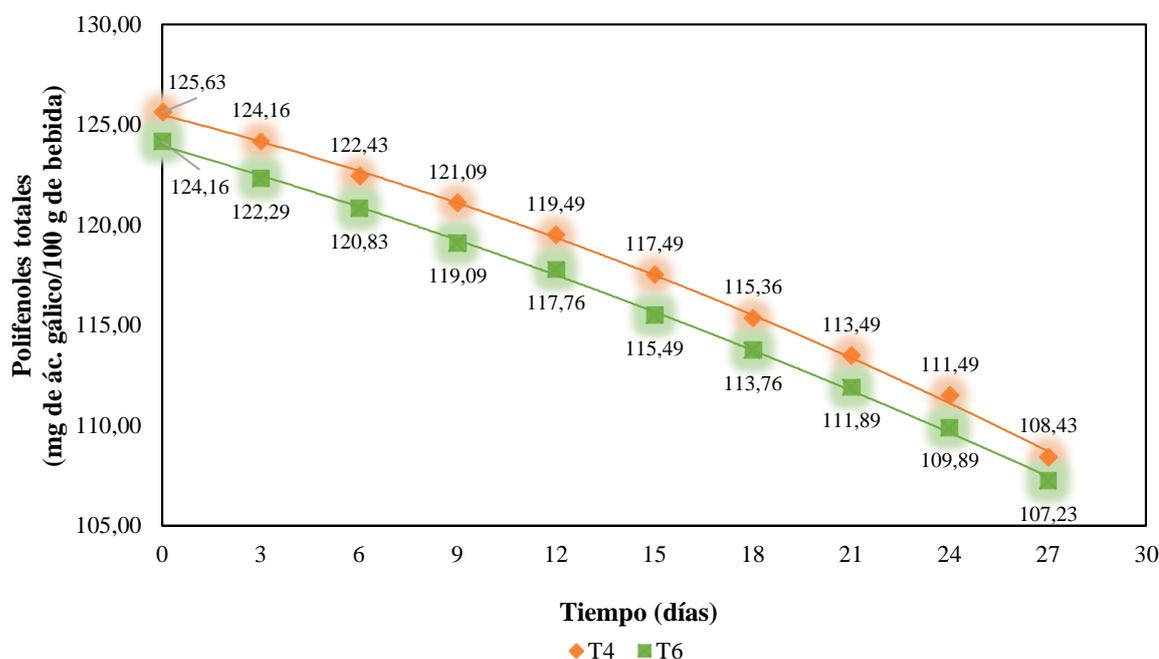


Figura 16. Variación del contenido de polifenoles en función del tiempo.

En las tablas 39 y 40 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) que se realizaron durante el estudio del tiempo de vida útil de las bebidas.

Tabla 39. Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de la vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a naranja.

Tiempo (días)	Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> (NMP)	Aerobios mesófilos (UFC)	Mohos y levaduras (UP)
0	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
3	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
6	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
9	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
12	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
15	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
18	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
21	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
24	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
27	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³

Nota. n: Número de muestras. NMP: Número más Probable. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. UP: Unidades Propagadas. En las diluciones 10⁻¹, 10⁻³ y 10⁻⁵ no se encontró presencia de microorganismos.

Tabla 40. Resultados de los análisis microbiológicos durante el estudio de la vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a limón.

Tiempo (días)	Coliformes fecales y <i>E. coli.</i> (NMP)	Aerobios mesófilos (UFC)	Mohos y levaduras (UP)
0	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
3	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
6	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
9	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
12	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
15	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
18	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
21	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
24	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³
27	Ausencia/cm ³	< 10 UFC/cm ³	< 10 UP/cm ³

Nota. n: Número de muestras. NMP: Número más Probable. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. UP: Unidades Propagadas. En las diluciones 10⁻¹, 10⁻³ y 10⁻⁵ no se encontró presencia de microorganismos.

En las tablas anteriores se aprecian que estas bebidas durante el tiempo de almacenamiento de 27 días no presentaron crecimiento microbiano, resultados que se pueden verificar desde el anexo 15 al 20 mediante las fotografías. De acuerdo a la NTE INEN 2304 (2008) estas bebidas son inocuas, por lo tanto, son aptas para el consumo humano. Adicionalmente, este efecto se debe a la propiedad antibacteriana que posee el gel de sábila y a la aplicación de la pasteurización HTST (85 °C por 1 min) permitió eliminar e inactivar células vegetativas, mohos y levaduras, estos resultados concuerdan con (Ampofo & Quaye, 2019).

En las figuras 17 y 18 se observan los resultados del análisis sensorial de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) durante el estudio de tiempo de vida útil, respectivamente.

En la primera figura se aprecia que, a los 24 días de almacenamiento a 4 °C, el 50% de los catadores percibieron que las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja perdieron sus atributos olor y sabor, mientras que a los 27 días el porcentaje de catadores que percibieron estos cambios aumentó a un 70%.

De la misma manera, en la segunda figura se observa que en la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón a los 24 días, decreció el porcentaje de catadores que percibieron como aceptables a las bebidas, esto se debió a que perdieron sus atributos como olor y sabor. Adicionalmente, a los 27 días el 80% de los panelistas no aceptaron sus características sensoriales (olor y sabor).

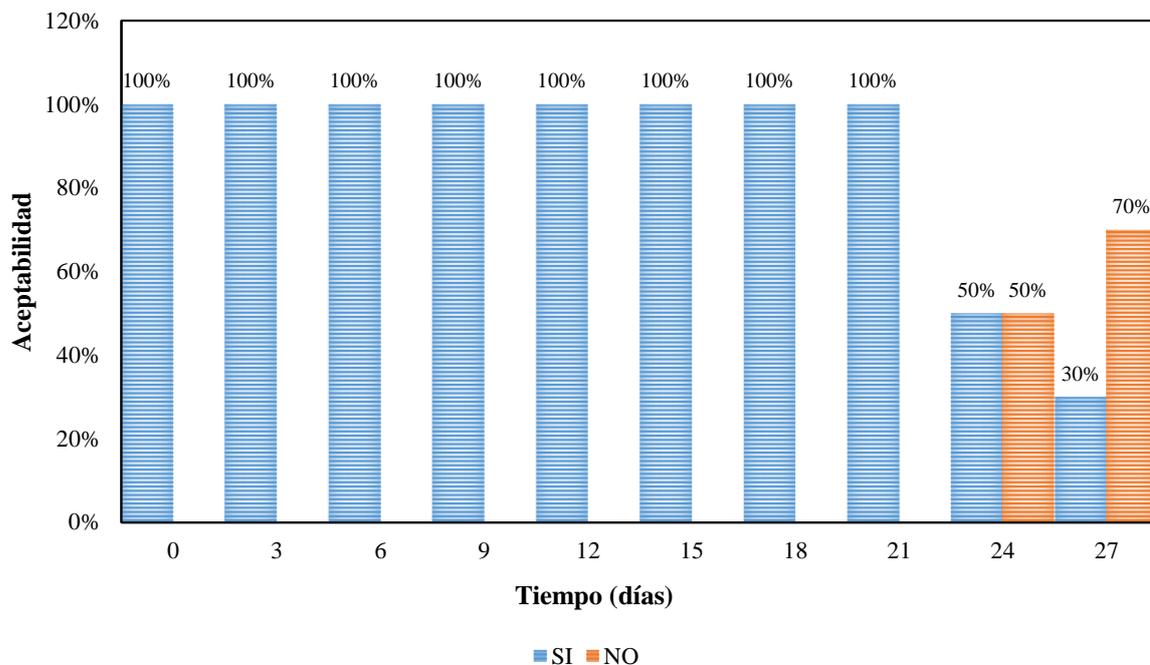


Figura 17. Resultado del análisis sensorial durante el estudio del tiempo de vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizada a naranja.

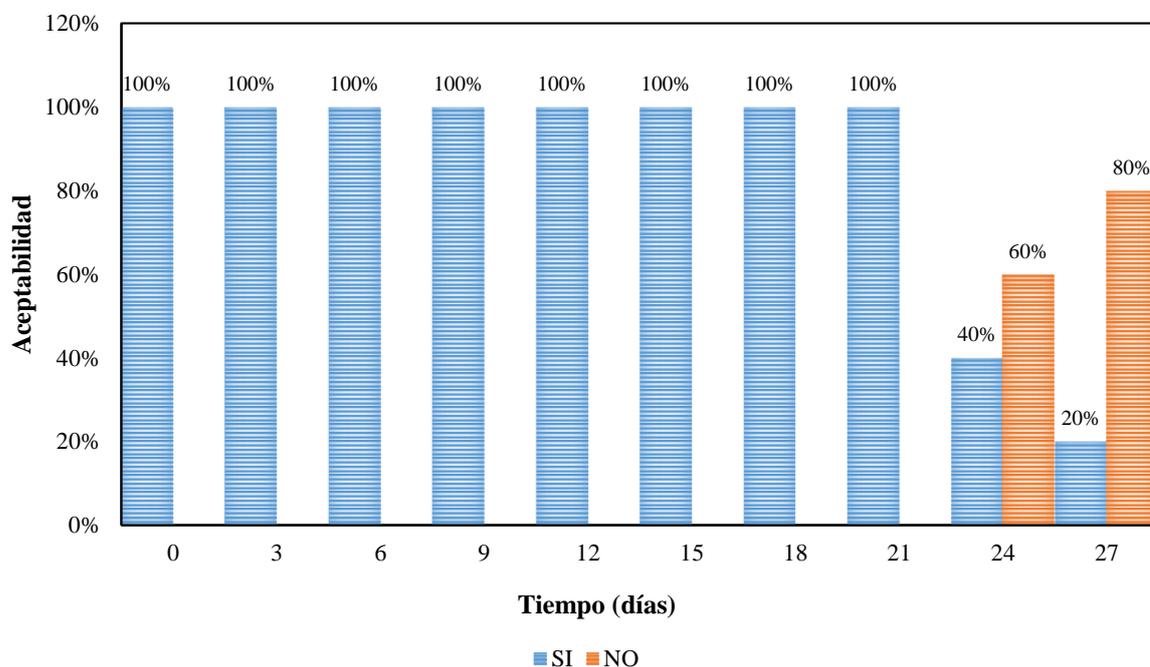


Figura 18. Resultado del análisis sensorial durante el estudio del tiempo de vida útil de la bebida enriquecida con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.

Con los resultados obtenidos en el análisis sensorial se determinó que los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) presentaron una vida útil de 24 días a una temperatura de 4 °C, mantuvieron sus características fisicoquímicas y microbiológicas dentro de los límites establecidos por la NTE INEN 2304 (2008).

4.2. DISCUSIÓN

La calidad de las hojas de sábila ayuda a garantizar que un producto sea ideal para la comercialización, por lo tanto, es de suma importancia realizar los análisis fisicoquímicos.

Las hojas de sábila utilizadas para esta experimentación presentaron una longitud y un peso promedio de 0,50 m y 0,40 kg respectivamente, mismas que han sido cosechadas en su estado de madurez ideal para su manufactura. Banda (2016) menciona que la longitud y el peso de las hojas de sábila son parámetros importantes a considerar tanto en la cosecha como en la industrialización. Estas hojas deben tener una longitud entre 0,30 a 0,50 m y un peso entre 0,3 a 0,8 kg, los cuales aumentan proporcionalmente con el tiempo de madurez.

El gel de sábila presentó una firmeza de 0,52 N y unos SST de 1 °Brix, resultados ligeramente inferiores a los presentados por Banda (2016), en donde obtuvo valores de 0,57 N y 1,03 °Brix. Los resultados obtenidos de ambos estudios coinciden con la teoría propuesta por Xiaoqing & Nan (2016) en la que establecen que el parénquima contiene un alto porcentaje de agua (99%–99,5%) y una baja concentración de SST generando que su textura sea blanda y su sabor sea insípido al gusto del consumidor.

Xiaoqing & Nan (2016) mencionan que el gel de sábila presenta un rango de pH de 4,4 a 4,7, el cual es favorable para el crecimiento de mohos y levaduras, por lo que es importante aplicar métodos de conservación que impidan su crecimiento. En el presente estudio el gel de sábila presentó un pH promedio de 4,63, por lo que fue necesario aplicar un tratamiento térmico (pasteurización a altas temperaturas y corto tiempo (85 °C por 1 min).

En cuanto a los polifenoles totales las hojas de sábila (*Aloe vera*) presentaron un valor promedio de 158,69 mg de ác. gálico/100 g de pulpa, valor que se asemeja al obtenido en la investigación realizada por Banda (2016), en la cual obtuvieron 150,64 mg de ác. gálico/100 g de pulpa, esta variación puede deberse a numerosos factores medioambientales tales como la luz, el grado de madurez o el grado de conservación.

4.2.1. Análisis fisicoquímicos y reológicos en los trozos de sábila osmodeshidratados

4.2.1.1. Sólidos solubles totales (SST)

En cuanto a la ganancia de SST en los trozos de sábila, el tratamiento T3 presentó un valor promedio de 16,93 °Brix al utilizar una solución osmótica a 60 °Brix, además se evidenció que durante las tres primeras horas de deshidratación existe una mayor transferencia de solutos

desde la solución hacia el producto a deshidratar y a partir de ese tiempo la ganancia de SST fue mínima (ver anexo 21).

Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Altamar *et al.* (2017) quienes en su estudio demostraron que la transferencia de solutos hacia el gel de sábila depende de la concentración de la solución osmótica y no del tiempo de deshidratación, ya que los tratamientos T1, T2 y T3 (55 °Brix) ganaron 15 °Brix al primer día, 16 y 17 °Brix en el segundo y tercer día respectivamente, lo cual representa una ganancia de 1 °Brix por día. Sin embargo, los tratamientos T4, T5 y T6 (75 °Brix) ganaron 20 °Brix al primer día y al tercer día alcanzaron 21 °Brix, esta reducción de velocidad de ganancia de SST se debe a que las concentraciones de soluciones a mayores de 60 °Brix, provocan que los parénquimas de la sábila se deformen y se contraigan disminuyendo la transferencia de los mismos.

Por otra parte, en el estudio realizado por Banda (2016) obtuvo una ganancia de 28,41 °Brix después de 15 min de impregnación al vacío y 7 h de deshidratación osmótica con una concentración de solución de 60 °Brix, siendo estas las condiciones más altas del estudio. Sin embargo, el factor que más influyó en la ganancia de SST fue la impregnación al vacío ya que generó una liberación del aire ocluido en el tejido permitiendo un mayor ingreso de solutos.

4.2.1.2. Porcentaje en peso

Mediante este estudio se logró comprobar que la concentración de la solución osmótica es el principal parámetro a considerar dentro de la osmodeshidratación ya que al aumentar la concentración de la solución a 60 °Brix, el T3 fue el que perdió mayor peso con un valor del 60,81%. Estos resultados concuerdan con los datos de Altamar *et al.* (2017) quienes en un estudio similar con una concentración de 75 °Brix presenta el 65% de pérdida en peso, estos resultados nos indican que a mayor concentración de solución osmótica mayor es la salida de agua en los trozos de sábila.

Sin embargo, Pandharipande & Parkhi (2015) demostraron que la pérdida en peso también depende de otros factores como la combinación de altas temperaturas con una baja concentración de solución osmótica, un mayor tamaño del alimento y corto tiempo de deshidratación. Puesto que en su estudio consideraron un tamaño de rodajas de 10 x 5 cm, una concentración de la solución de 30 °Brix, una temperatura de 40 °C y un tiempo de 120 min para obtener una pérdida en peso de 64,66%.

4.2.1.3. Firmeza

Con respecto a la firmeza el T3 presentó el mejor resultado con 2,47 N al utilizar una alta concentración de solución osmótica de 60 °Brix combinada con el 1% de cloruro de calcio y un corto tiempo de deshidratación de 3 h. En cambio, Banda (2016) en su estudio obtuvo una firmeza de 1,10 N al emplear una solución osmótica de 50 °Brix con el 1% de cloruro de calcio, 15 min de impregnación al vacío y 7 h de deshidratación; su firmeza fue menor debido a la impregnación al vacío y a la baja concentración de la solución osmótica, estos factores favorecieron a un mayor ingreso de cloruro de calcio y por ende un menor ingreso de solutos.

No obstante, Castañeda y Ledesma (2017) mencionan que en su experimento lograron mejorar la firmeza de los trozos de sábila con la mayor concentración de la solución osmótica (30% stevia) y un corto tiempo de deshidratación (3 h). Además, enfatizaron que a tiempos mayores de deshidratación no obtuvieron diferencia significativa. De igual manera ocurrió en nuestra investigación al no obtener diferencias significativas en la ganancia de SST y por ende en la firmeza y pérdida en peso de los trozos de sábila al emplear tiempos mayores a 3 h.

4.2.2. Tiempo de vida útil de las bebidas

4.2.2.1. Acidez titulable

En esta investigación se evidenció que los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) presentaron un aumento en su acidez, es decir, las bebidas fueron acidificándose ligeramente (disminuyó el pH) durante el estudio de su estabilidad. Sin embargo, estas variaciones no fueron significativas dado que se utilizó una baja concentración de trozos de sábila osmodeshidratados de 9 g y una temperatura de 4 °C, permitiendo de esta manera su conservación. Por ende, estas bebidas todavía cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2304 (2008).

4.2.2.2. Potencial de hidrógeno (pH)

Al existir un ligero aumento en la acidez de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) por ende el pH va a presentar un ligero descenso en sus valores, el cual está relacionado con la concentración de sábila presente en las bebidas. De la misma manera, en la investigación de Dagme y Losked (2017) su pH disminuyó de 4,48 a 4,32 en 30 días de almacenamiento (4 °C) al utilizar 40 ml de jugo de sábila. Mientras que en la investigación realizada por González y Sosa (2016) el pH del jugo de sábila

pasteurizado con probiótico (100 ml de jugo sábila + 0,1 g *Lactobacillus casei shirota*) se redujo de 5,21 a 4,20 en 15 días de experimentación (4°C).

4.2.2.3. Sólidos solubles totales (SST)

En este estudio los SST disminuyeron 0,2 °Brix en 15 días en ambos tratamientos a causa que existió una migración de los solutos disueltos en las bebidas hacia los trozos de sábila (*Aloe vera*). De igual manera, este efecto se evidenció en la bebida sabor a mora (*Rubus glaucus*) con trozos de sábila (*Aloe vera L.*) deshidratados por ósmosis e impregnados al vacío realizada por Banda (2016), en la cual los SST se redujeron 0,3 °Brix en 15 días. Sin embargo, en ambas investigaciones este efecto fue mínimamente significativo.

4.2.2.4. Polifenoles totales (PFT)

A los 27 días de almacenamiento la concentración de PFT de los tratamientos T4 y T6 disminuyeron 13,69% y 13,63% mg de ác. gálico/100 g de bebida, respectivamente; puesto que las bebidas fueron almacenadas a 4 °C y a la presencia de cloruro de calcio en los trozos de sábila. Estos resultados son similares al estudio de Banda (2016), en el cual se disminuyó 21,35% mg de ác. gálico/100 g de bebida en 45 días de almacenamiento a una temperatura de 4°C.

Cabe destacar que Sampaio & Slobada (2018) afirman que almacenar un producto a temperaturas cercanas a 0 °C se ralentiza la biosíntesis y la degradación de PFT. También el uso de sales de calcio permite retrasar la pérdida de PFT ya que estabilizan las membranas celulares reforzando las paredes celulares de los alimentos.

4.2.2.5. Análisis microbiológicos

En esta investigación los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) no presentaron crecimiento de microorganismos patógenos durante los 27 días, esta ausencia se debió a que el gel de sábila reduce el crecimiento microbiano gracias a sus propiedades antibacterianas y antioxidantes.

De manera similar Mishra & Sangma (2017) en los análisis microbiológicos de las bebidas a base de sábila, lima dulce, amla y jengibre permanecieron libres de cualquier crecimiento microbiano durante 60 días de almacenamiento a temperaturas de refrigeración. Análogamente, Kausar, Shamim, Gorski & Ainee (2020) en el tratamiento T4 (80% jugo de naranja y 20% gel de sábila) presentó una mínima contaminación a los 90 días de almacenamiento a 4 °C.

4.2.2.6. Análisis sensorial

Los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) almacenados a 4 °C presentaron un cambio en sus atributos olor y sabor a los 24 días y por ende fueron rechazadas por los catadores. Este efecto se debió a que se utilizaron botellas plásticas de tereftalato de polietileno (PET) para el estudio de la estabilidad. Ramos, Valdés, Mellinasy & Garrigós (2015) afirman que este tipo de envase absorbe los compuestos aromáticos que contienen las bebidas disminuyendo su calidad sensorial.

En cuanto a la estabilidad de los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) almacenados a 4 °C, fue determinada por la pérdida de los atributos olor y sabor. Sin embargo, este tipo de productos carecen de información en cuanto a su vida útil, por tanto, estos resultados pueden servir como referencia para posteriores investigaciones.

4.3. Interpretación de Hipótesis

Con los resultados obtenidos mediante el análisis sensorial, se rechaza la hipótesis nula para los dos ensayos, la cual establece que la deshidratación osmótica de los trozos de sábila (*Aloe vera*) y la concentración del saborizante (naranja y limón) no influyen en el análisis sensorial de las bebidas, debido a que el Valor p es menor 0,05 en los atributos color, olor, sabor y textura de los trozos de sábila.

A partir de los hallazgos encontrados en la investigación para los dos ensayos, se acepta la hipótesis nula la cual establece que la deshidratación osmótica de los trozos de sábila y la concentración del saborizante (naranja y limón) no influyen en la vida útil de las bebidas, debido a que presentó influencia en los parámetros fisicoquímicos y sensoriales, pero no en los parámetros microbiológicos. Cabe recalcar que, los productos finales presentaron una excelente calidad sanitaria debido al manejo adecuado de las buenas prácticas de manufactura (BPM), más no por los dos factores de estudio empleados en esta investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos en este estudio se debe destacar que el factor que presento mayor influencia en cuanto a la ganancia de los sólidos solubles totales, la pérdida de porcentaje en peso y el aumento de firmeza es la concentración de la solución osmótica.
- Las formulaciones de las dos bebidas que mostraron mejores resultados en los cuatro parámetros evaluados en el análisis sensorial fueron los tratamientos T4 (55 °Brix + 0,16% saborizante a naranja) y T6 (55 °Brix + 0,10% saborizante a limón) con una aceptación del 82% y 78% respectivamente.
- Las bebidas elaboradas se mantuvieron inocuas durante el estudio de estabilidad, debido a que la acidez propia de los productos actuó como inhibidor del crecimiento microbiano.
- Durante el almacenamiento de las dos bebidas, la acidez titulable, el pH, los sólidos solubles totales y el contenido de polifenoles totales no variaron significativamente. Sin embargo, los atributos olor y sabor presentaron una variación significativa al cumplirse el tiempo de vida útil.
- La pérdida de las características sensoriales como olor y sabor permitieron determinar el tiempo de vida útil de las dos bebidas, el mismo que fue de 24 días bajo condiciones de refrigeración a 4 °C.

5.2. Recomendaciones

- Estudiar la factibilidad de elaborar otros productos utilizando sábila como materia prima, para aumentar su industrialización en el área de alimentos.
- Se sugiere aplicar 3 h de deshidratación osmótica al producto a deshidratar debido a que durante este tiempo más del 50% del agua sale del alimento y a partir de ese tiempo la salida adicional es mínima.
- Reutilizar la solución osmótica para deshidratar otros productos o para elaborar bebidas.
- Analizar las propiedades reológicas de las bebidas aparte de los requisitos establecidos en la NTE INEN 2304 (2008).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [Agrocalidad]. (2015, 3 de febrero). *Producción de sábila*. Recuperado el 19 de septiembre de 2018 de Viveros resgistrados hasta el mes de febrero del 2015: <http://ww.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/viveros-registrados-hasta-el-mes-de-febrero2015.xlsx>
- Altamar, T., Bolívar, O., y Mercado, N. (2017). Elaboración de golosinas de sábila (*Aloe Barbadosis Miller*) por el método deshidratación osmótica directa. *Nova*, 3, 70-79. doi:<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/download/1543/1708/>.
- Amin, K., Ozgen, S., & Selamoglu, Z. (2018). *Aloe vera*: A miracle plant with its wide-ranging applications. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 6(1), 1-2. doi:10.15406/ppij.2017.06.00144
- Ampofo, J., & Quaye, B. (2019). Effect of storage temperature on the physicochemical, nutritional and microbiological quality of pasteurised soursop (*Annona muricata L.*) Juice. *African Journal of Food Science*, 13(2), 38-47. doi:10.5897/AJFS2018.1767
- Arias, L., Perea, Y., y Zapata, J. (2017). Cinética de la Transferencia de Masa en la Deshidratación Osmótica de Mango (*Mangifera indica L.*) var. Tommy Atkins en Función de la Temperatura. *Información Tecnológica*, 28(3), 48. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300006>
- Ashurst, P. (2016). *The Stability and Shelf Life of Fruit Juices and Soft Drinks* (2a ed.). Sawston: Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-08-100435-7.00012-5
- Badui, S. (2013). *Química de los Alimentos* (5a ed.). México: Pearson Educación.
- Banda, D. (2016). *Desarrollo de una bebida de mora (Rubus glaucus Benth) con trozos deshidratados de sábila (Aloe vera L.) por ósmosis e impregnación al vacío*. Tesis de Pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16935/1/CD-7517.pdf>
- Bonilla, M., y Jiménez, L. (2016). Potencial industrial del *Aloe vera*. *Cubana de Farmacia*, 50(1), 139-150. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152016000100013
- Cantú, J., Flores, D., y Zúñiga, L. (2015, 6 de diciembre). *La industria de las bebidas no alcohólicas en México*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de

https://impuestosaludable.org/wp-content/uploads/2013/06/La-industria-de-las-bebidas-no-alcoh%C3%B3licas-en-m%C3%A9xico_vf_UANL.pdf

- Castañeda, S., y Ledesma, K. (2017). *Estudio del diseño de una bebida de fruta baja en calorías con aloe vera y stevia*. Tesis de Pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/41547>
- Codex Alimentarius. (2015, 6 de marzo). *Nombres genéricos y sistema internacional de numeración de aditivos alimentarios*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018 de http://www.fao.org/input/download/standards/13341/CXG_036s_2015.pdf.
- Codex alimentarius. (2018, 12 de febrero). *Norma general para los aditivos alimentarios CODEX STAN 192-1995*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018 de http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., y Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
- Cuesta, D. (2018). *Desarrollo de un refresco de uvilla (Physalis peruviana)*. Tesis de Pregrado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito. Recuperado de http://192.188.51.77/bitstream/123456789/18473/1/70779_1.pdf
- DANNOVA. (2019, 11 de mayo). *Ficha técnica del Saborizante a limón en polvo*. Recuperado el 20 de agosto de 2019, de https://www.dannovaquimica.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/FT-JUGO-DE-LIMO%CC%81N-EN-POLVO-1_DANNOVA.pdf
- Díaz, O., Toledo, B., Veloz, M., Posada, I., y Navas, A. (2018). El *Aloe vera* su aplicación terapéutica en la enfermedad periodontal inflamatoria crónica. *Médica Electrónica*, 40(3), 745-750. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000300016&lng=es&tlng=es.
- Ferruzola, E., y Yáguar, E. (2017). *Análisis de la factibilidad para la creación de una empresa exportadora de concentrado de aloe vera al mercado de Estados Unidos*. Tesis de Pregrado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16412>

- Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria [elika]. (2017, 2 de diciembre). *Aditivos Alimentarios*. Recuperado el 15 de diciembre de 2018 de https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/folleto_aditivos.pdf
- García, E., Fernández, I., y Fuentes, A. (2015, 6 de junio). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Recuperado el 26 de octubre de 2018 de <http://hdl.handle.net/10251/52056>
- García, F., Bejarano, D., Paredes, L., Vega, R., y Encinas, J. (2018). La deshidratación osmótica mejora la calidad de *Ananas comosus* deshidratada. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 349-357. doi:10.17268/sci.agropecu.2018.03.06
- García, L., Armesto, D., y Correa, D. (2015). Deshidratación osmótica. *ReCiTeIA*, 15(1), 2-13. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/293942449>
- Giuseppe, C., Murillo, B., & De Lucia, B. (2016). Propagation Techniques and Agronomic Requirements for the Cultivation of *Barbados Aloe (Aloe vera (L.) Burm. F.)*. *Frontiers in plant science*, 7(1410), 1-14. doi:10.3389 / fpls.2016.01410
- González, J., y Sosa, M. (2016). *Desarrollo de una bebida probiótica de Aloe perfoliata var. Vera (sábila) utilizando Lactobacillus casei shirota*. Tesis de Pregrado. Universidad de El Salvador. San Salvador. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/10403/1/16103676.pdf>
- GRUPO TRANSMERQUIM [GTM]. (2016, 20 de enero). *Ficha Técnica del Ácido Ascórbico*. Recuperado el 15 de noviembre de 2018 de <http://www.gtm.net/images/industrial/a/ACIDO%20ASC%C3%93RBICO.pdf>
- Heś, M., Dziedzic, K., Górecka, D., Jędrusek-Golińska, A., & Gujska, E. (2019). *Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants*. *lant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 74(3), 255-265. doi:10.1007/s11130-019-00747-5
- International Agency for Research on Cancer [AIRC]. (2016, 4 de junio). *Some drugs and herbal products*. Recuperado el 19 de septiembre de 2018 de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK350406/pdf/Bookshelf_NBK350406.pdf
- Izaguirre, J., Belmares, R., & Cruz, M. (2015). Uso de Tecnologías Emergentes para la Elaboración de Bebidas Funcionales (*Aloe Vera*). *Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 13. Recuperado de <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%209/3.-%20bebidas.pdf>

- Kausar, T., Shamin, F., Gorski, F., & Ainee, A. (2020). Preparation and quality evaluation of ready to serve beverage (RTS) from orange juice and Aloe vera gel during storage. *Pure and Applied Biology*, 9(1), 219-228. Recuperado de <https://thepab.org/index.php/journal/article/view/1139/728>
- Landim, A., Martins, M., & Barbosa, J. (2016). Influence of osmotic dehydration on bioactive compounds, antioxidant capacity, color and texture of fruits and vegetables. *Ciencia Rural*, 46(10), 1714-1722. doi:10.1590/0103-8478cr20150534
- López, L. (2017). *Revisión sistemática de literatura de las tendencias de sabores en la industria alimentaria en los últimos 25 años*. Tesis de Pregrado. Universidad de la Salle. Bogotá. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/>
- López, Z., Nuñez, G., Avalos, G., Rivera, G., Salazar, J., Ramírez, J., . . . Knauth, P. (2017). Antioxidant and Cytotoxicological Effects of Aloe vera Food Supplements. *Journal of Food Quality*, 1-10. Recuperado de <http://www.readcube.com/articles/10.1155/2017/7636237>
- Martínez, A., López, A., Gómez, H., y Guzmán, M. D. (2018). Efectos diferenciales del condicionamiento aversivo a sabores sobre la ingesta de sacarosa y estevia. *Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 9(1). doi:DOI: <http://doi.org/10.22201/fesi.20071523e.2018.1.447>
- Mishra, L., & Sangma, D. (2017). Quality attributes, phytochemical profile and storage stability studies of functional ready to serve (RTS) drink made from blend of *Aloe vera*, sweet lime, amla and ginger. *Journal of Food Science and Technology*, 54(3), 761–769. doi:10.1007/s13197-017-2516-9
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2002, 7 de junio). *Bebidas y Condimentos*. Recuperado el 18 de diciembre de 2018 de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0z.htm#bm35>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2002, 7 de junio). *Vitaminas*. Recuperado el 18 de diciembre de 2018 de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0f.htm>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018, 31 de enero). *Aditivos alimentarios*. Recuperado el 18 de diciembre de 2018 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

- Pandharipande, S., & Parkhi, A. (2015). Osmotic drying rate estimation for Aloe vera slices using artificial neural network. *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*, 8(3), 130-139. Recuperado de <http://www.ijeset.com/media/8N24-IJESSET0803211-v8-i3-pp130-139.pdf>
- Protokimica. (2018, 17 de septiembre). *Ficha técnica de sabor a naranja idéntico al natural*. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de <https://www.protokimica.com/wp-content/uploads/2019/01/FT-Naranja-Sabor.pdf>
- QUIAGRAL S.A.C. (2016, 22 de octubre). *Ficha técnica del ácido cítrico*. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de <http://quiagrал.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/FT-Acido-Citrico-Anhidro-2016-I.pdf>
- QUIAGRAL S.A.C. (2016, 15 de octubre). *Ficha técnica del cloruro de calcio*. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de <http://quiagrал.com.pe/wp-content/uploads/2016/10/FT-Cloruro-de-Calcio-2016-I.pdf>
- Radha, M., & Laxmipriya, N. (2015). Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of *Aloe vera*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(1), 21-26. doi:10.1016 / j.jtcme.2014.10.006
- Rahman, S., Carter, P., & Bhattarai, N. (2017). *Aloe Vera* for Tissue Engineering Applications. *Journal of Functional Biomaterials: Feature Papers 2016*, 8(1), 1-17. doi:<https://doi.org/10.3390/jfb8010006>
- Ramos, M., Valdés, A., Mellinasy, A., & Garrigós, M. (2015). New Trends in Beverage Packaging Systems: A Review. *I*(4), 248-272. doi:10.3390/beverages1040248
- Reyes, M. (2017). *Edulcorantes artificiales en la industria alimentaria*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10060>
- Rodiles, J., Manivel, R., Zamora, R., y Martínez, H. (2016). Elaboración de una botana de nopal obtenida por deshidratación osmótica. *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales*, 29(2), 49-54. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94246523004>
- Salehi, B., López, P., Pons, E., Calina, D., Sharifi, M., Ramírez, K., . . . Sharifi, J. (2019). Plant-Derived Bioactives in Oral Mucosal Lesions: A Key Emphasis to Curcumin, Lycopene,

- Chamomile, Aloe vera, Green Tea and Coffee Properties. *Biomolecules*, 9(106), 1-23. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/4a6e/c264c7185251d9d3a3f2e77238eb97e617bb.pdf?_ga=2.229702299.627589693.1580445302-521785436.1568159952
- Sampaio, C., & Slobada, M. (2018). A review on polyphenols: Classification, beneficial effects and their application in dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 71(3), 564-578. doi:<https://doi.org/10.1111/1471-0307.12515>
- Sánchez, D., López, J., Sendón, R., & Sanches, A. (2017). *Aloe vera*: ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science & Technology*, 61(14), 94-102. doi:10.1016/j.tifs.2016.12.005
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2074]. (2012, 19 de enero). *Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos*. Recuperado el 14 de septiembre de 2018 de <https://ia801900.us.archive.org/35/items/ec.nte.2074.2012/ec.nte.2074.2012.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 2304]. (2008, 17 de diciembre). *Refrescos. Requisitos*. Recuperado el 3 de septiembre de 2018 de <https://ia801900.us.archive.org/33/items/ec.nte.2304.2008/ec.nte.2304.2008.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 380]. (1986, 26 de diciembre). *Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles*. Recuperado el 4 de septiembre de 2018 de <https://archive.org/stream/ec.nte.0380.1986#mode/2up>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 381]. (1986, 26 de diciembre). *Conservas vegetales determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia*. Recuperado el 4 de septiembre de 2018 de <https://archive.org/details/ec.nte.0381.1986>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN 389]. (1986, 26 de diciembre). *Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión de hidrógeno (pH)*. Recuperado el 4 de septiembre de 2018 de <https://ia801903.us.archive.org/6/items/ec.nte.0389.1986/ec.nte.0389.1986.pdf>
- Shete, Y., Chavan, S., Champawat, P., & Jain, S. (2018). Reviews on osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 1964-1969. Recuperado de <http://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue2/PartAB/7-2-141-966.pdf>

Sosa ingredients S.L. (2018, 2 de febrero). *Ficha técnica de la goma gellan.* . Recuperado el 15 de octubre de 2018 de <https://www.sumalisa.com/FTP/pdfs/11266P196095%20GOMA%20GELLAN.pdf>

Vera, E., & Asanza, M. (2016). Plan de exportación para comercializar extracto de sábila hacia el mercado de New York, Estados Unidos. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2-10. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/sabila.html>

Xiaoqing, G., & Nan, M. (2016). *Aloe vera: A review of toxicity and adverse clinical effects.* *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 34(2), 77-96. doi:10.1080 / 10590501.2016.1166826

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: CASTILLO CAMACHO SHAKIRA VALERIA **CÉDULA DE IDENTIDAD:** 2100755244
NIVEL/PARALELO: DÉCIMO **PERIODO ACADÉMICO:** Octubre-Febrero 2020

TEMA DE INVESTIGACIÓN: ELABORACIÓN DE BEBIDAS ENRIQUECIDAS CON TROZOS DE SÁBLA (Aloe vera) DESHIDRATADOS POR ÓSMOSIS, SABORIZADAS A NARANJA Y LIMÓN

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN
LECTOR: MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH
ASESOR: PhD DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ FRANCISCO JAVIER

De acuerdo al artículo 25: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el director de Carrera integró el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: Virtual **AULA:** 0
FECHA: jueves, 28 de mayo de 2020
HORA: 09H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	6.19
2) Trabajo escrito	2.88
Nota final de PRE DEFENSA	9.07

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 26.- De los estudiantes que aprueban el Plan de investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 28 de mayo de 2020



MARCO BURBANO PULLES
PULLES - 2001270112

MSC. BURBANO PULLES MARCO RUBÉN
PRESIDENTE



FRANCISCO JAVIER
DOMÍNGUEZ
RODRÍGUEZ

PHD DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ FRANCISCO JAVIER
TUTOR



LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNÁNDEZ

MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Informe del abstract emitido por el Centro de Idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ESSAY EVALUATION SHEET				
NAME: Shakira Valeria Castillo Camacho		DATE: 06 de agosto de 2020		
Callina Viviana Villena Álvarez				
TOPIC: Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de Sábila (Aloe Vera) deshidratados por damosa, saborizadas a naranja y limón				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new least vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9- 10: EXCELLENT 7- 8,5: GOOD 5- 6,5: AVERAGE 3- 4,5: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 3. Proceso de la deshidratación osmótica de los trozos de sábila (*Aloe vera*).



a) Recepción de materia prima.



b) Desinfección.



c) Eliminación de aloína.



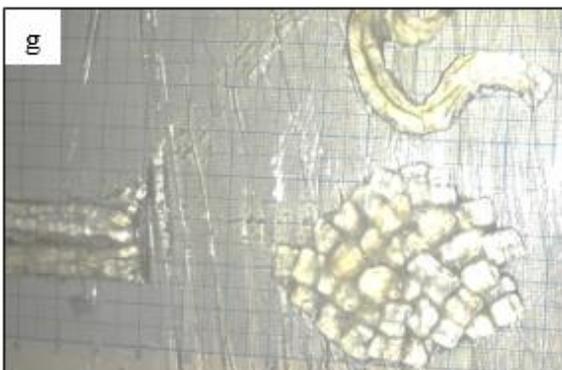
d) Despuntado.



e) Fileteado.



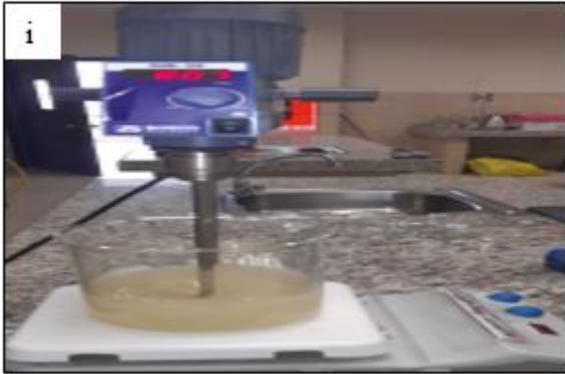
f) Lavado.



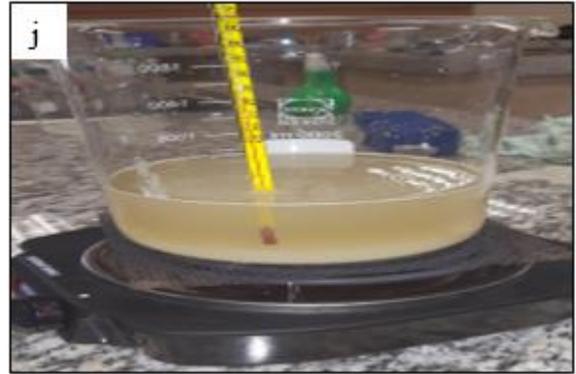
g) Troceado.



h) Lavado y filtrado



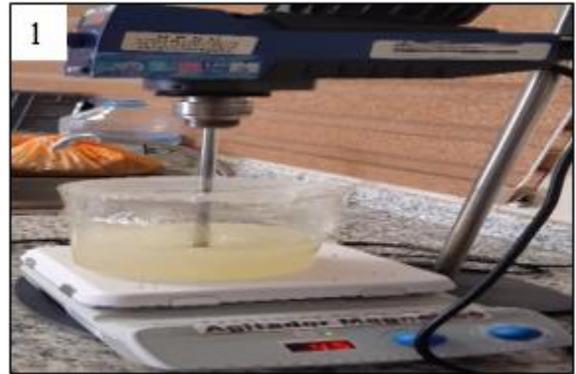
i) Homogenizado.



j) Mezclado.



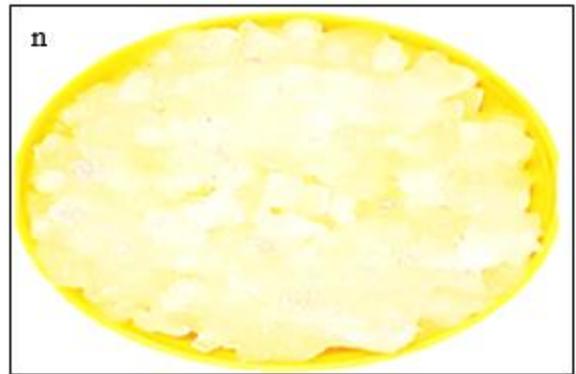
k) Filtrado.



l) Deshidratación osmótica.



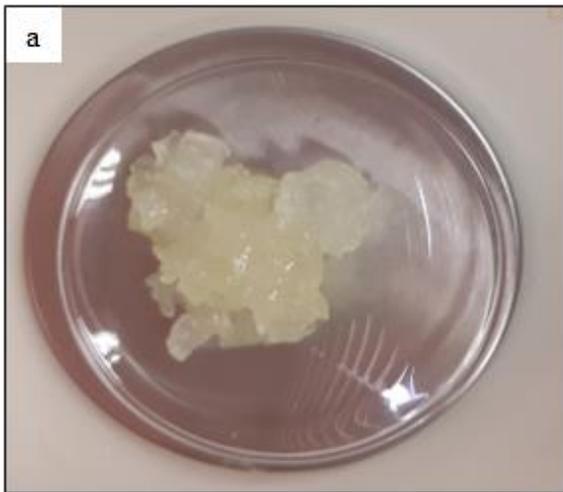
m) Filtrado.



n) Pesado.

Figura 19. Proceso de la deshidratación osmótica de los trozos de sábila (Aloe vera). a) Recepción de materia prima. b) Desinfección. c) Eliminación de aloína. d) Despuntado. e) Fileteado. f) Lavado. g) Troceado. h) Lavado y filtrado. i) Homogenizado. j) Mezclado. k) Filtrado. l) Deshidratación osmótica. m) Filtrado. n) Pesado.

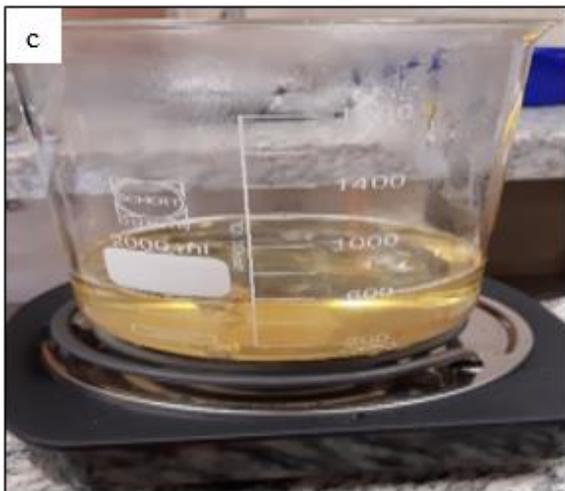
Anexo 4. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.



a) Pesado.



b) Homogenizado.



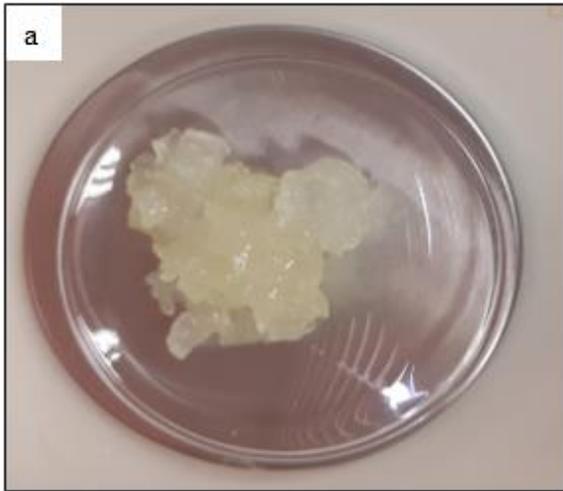
c) Pasteurización.



d) Envasado y almacenado.

Figura 20. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. a) Pesado. b) Homogenizado. c) Pasteurización. d) Envasado y almacenado.

Anexo 5. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.



a) Pesado.



b) Homogenizado.



c) Pasteurización.



d) Envasado y almacenado.

Figura 21. Formulación de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. a) Pesado. b) Homogenizado. c) Pasteurización. d) Envasado y almacenado.

Anexo 6. Cálculo para la formulación de la deshidratación osmótica (50, 55 y 60 °Brix).

Las diferentes soluciones osmóticas utilizadas en la presente investigación tuvieron una concentración de 50, 55 y 60 °Brix, las mismas que se aplicaron para cada ensayo estudiado. La muestra a deshidratar para cada tratamiento fue de 200 g de trozos de sábila, la cual se sumergió en una solución hipertónica de sacarosa con una relación 1:2 (fruta: solución osmótica). Además, a cada tratamiento se adicionó de forma constante 1 g de ácido cítrico por litro de solución osmótica como antioxidante y cloruro de calcio al 1% del peso de sacarosa con el propósito de mejorar la textura siguiendo las especificaciones de Banda (2016). Los ingredientes utilizados para cada solución se calculan de la siguiente forma:

Determinación de la solución osmótica de 50, 55 y 60 °Brix

Se realizó un cálculo típico para determinar la formulación de la solución osmótica a 50 °Brix.

$$\frac{\text{fruta}}{\text{solución}} = \frac{1}{2} = \frac{200 \text{ g}}{x}$$

Despejando la incógnita

$$x = (2)(200 \text{ g}) = \mathbf{400 \text{ g de solución osmótica}}$$

$$\text{Sacarosa}_{(50 \text{ °Brix})} = (0,5)(400 \text{ g}) = \mathbf{200 \text{ g de sacarosa}}$$

$$\text{Agua} = 400 \text{ g solución ósmotica} - 200 \text{ g de sacarosa} = \mathbf{200 \text{ g de agua}}$$

$$\text{Ácido cítrico} = 1 \frac{\text{g}}{\text{l de solución}} (0,4 \text{ l de solución}) = \mathbf{0,4 \text{ g de ácido cítrico}}$$

$$\text{Cloruro de calcio} = (0,01)(200 \text{ g}) = \mathbf{2 \text{ g de cloruro de calcio}}$$

Cabe recalcar que el mismo proceso se aplicó para la determinación de las cantidades en gramos de cada uno de los ingredientes utilizados en la solución osmótica tanto de 55 °Brix como de 60 °Brix.

Anexo 7. Hoja de cata para bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación sensorial de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja

Edad: _____

Género: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene nueve muestras codificadas. Por favor, observe y pruebe cada una de las muestras de izquierda a derecha. Califique el grado de gusto o disgusto de los atributos de color, olor y sabor de acuerdo al puntaje/categoría de la tabla 1, mientras que para el atributo textura califique de acuerdo al puntaje/categoría de la tabla 2, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra en la tabla 3.

Nota. Recuerde enjuagar su boca con agua y descansar 30 segundos después de cada muestra.

Tabla 1. Escala de calificación (color, olor y sabor).

Puntaje	Categoría
1	No me gusta nada
2	No me gusta
3	Me gusta ligeramente
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Tabla 2. Escala de calificación (textura).

Puntaje	Categoría
1	Muy suave
2	Suave
3	Ligeramente duro
4	Duro
5	Muy duro

Tabla 3. Atributos a evaluar.

Código	Calificación para cada atributo			
	Color	Olor	Sabor	Textura de los trozos de sábila
761				
224				
385				
944				
352				
618				
471				
658				
912				

En base a los atributos anteriormente analizados ¿Cuál es la muestra de su mayor preferencia?

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 8. Hoja de cata para bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación sensorial de bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón

Edad: _____

Género: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Frente a usted tiene nueve muestras codificadas. Por favor, observe y pruebe cada una de las muestras de izquierda a derecha. Califique el grado de gusto o disgusto de los atributos de color, olor y sabor de acuerdo al puntaje/categoría de la tabla 1, mientras que para el atributo textura califique de acuerdo al puntaje/categoría de la tabla 2, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra en la tabla 3.

Nota. Recuerde enjuagar su boca con agua y descansar 30 segundos después de cada muestra.

Tabla 1. Escala de calificación (color, olor y sabor).

Puntaje	Categoría
1	No me gusta nada
2	No me gusta
3	Me gusta ligeramente
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Tabla 2. Escala de calificación (textura).

Puntaje	Categoría
1	Muy suave
2	Suave
3	Ligeramente duro
4	Duro
5	Muy duro

Tabla 3. Atributos a evaluar.

Código	Calificación para cada atributo			
	Color	Olor	Sabor	Textura de los trozos de <i>Aloe vera</i>
671				
242				
358				
449				
523				
861				
714				
568				
921				

En base a los atributos anteriormente analizados ¿Cuál es la muestra de su mayor preferencia?

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 9. Hoja de cata utilizada para la determinación de la vida útil de los tratamientos T4 y T6.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.

Edad: _____ **Género:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Frente a usted tiene dos muestras. Por favor, observe y pruebe cada una de las muestras de izquierda a derecha. Indique con una “x” su aceptación al probar cada una de las bebidas presentadas. Recuerde enjuagar su boca con agua y descansar 30 segundos después de cada muestra.

Tabla 1. Prueba de aceptación.

Muestra	Acepta							
	Si				No			
T4								
T6								

Nota. Si la bebida fue catalogada como no aceptable, indique el o los atributos que hizo que rechace al producto, de acuerdo a lo mostrado en la tabla 2.

Tabla 2. Atributos.

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura
T4				
T6				

Observaciones:

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 10. Caracterización fisicoquímica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.

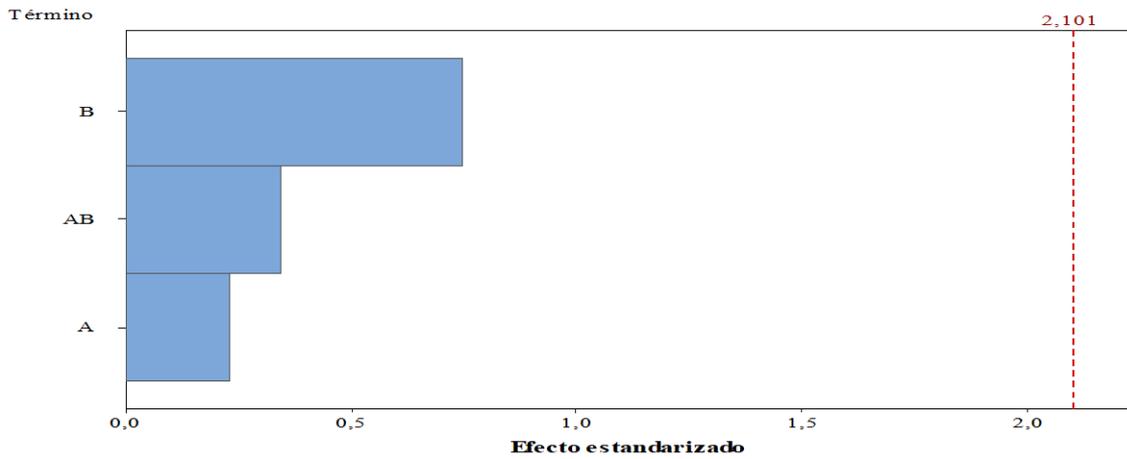


Figura 22. Diagrama de Pareto estandarizado de la acidez titulable de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

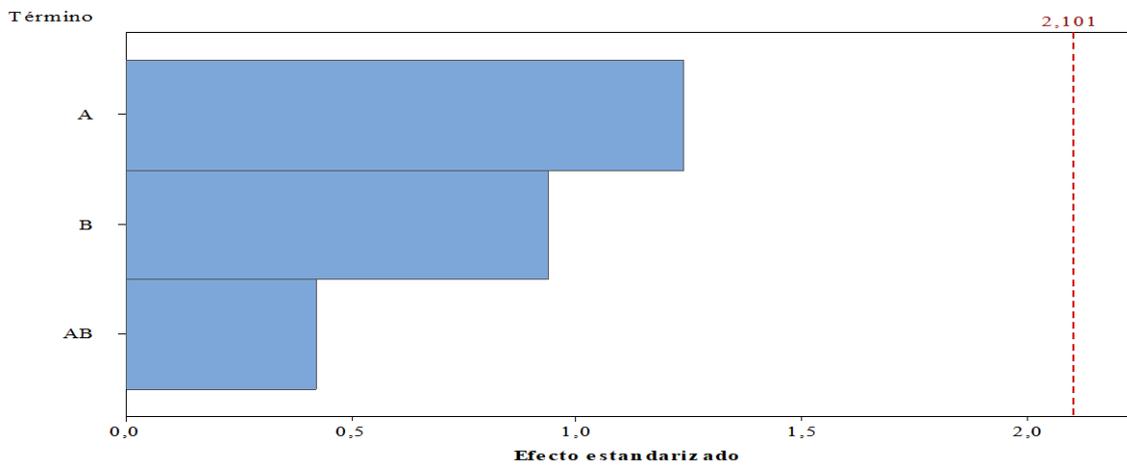


Figura 23. Diagrama de Pareto estandarizado del pH de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

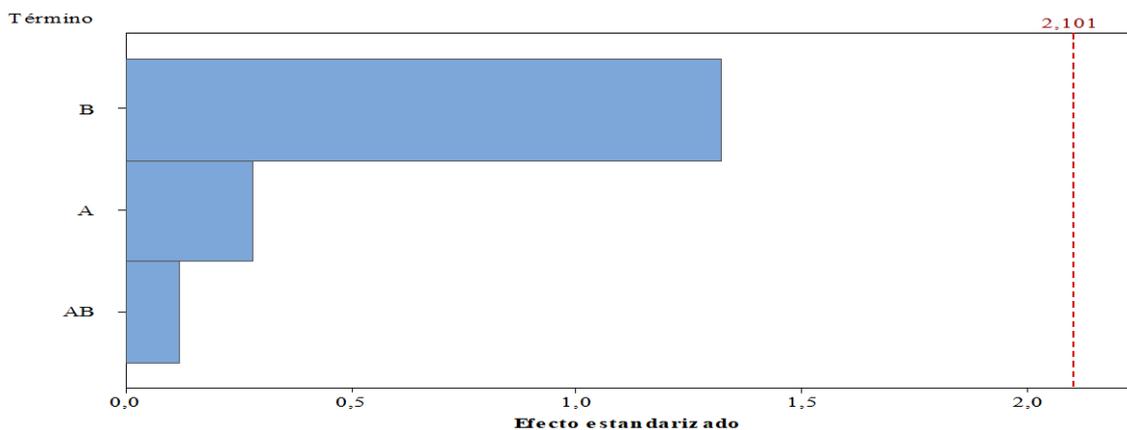


Figura 24. Diagrama de Pareto estandarizado de los sólidos solubles totales (°Brix) de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

Anexo 11. Análisis fisicoquímico de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.

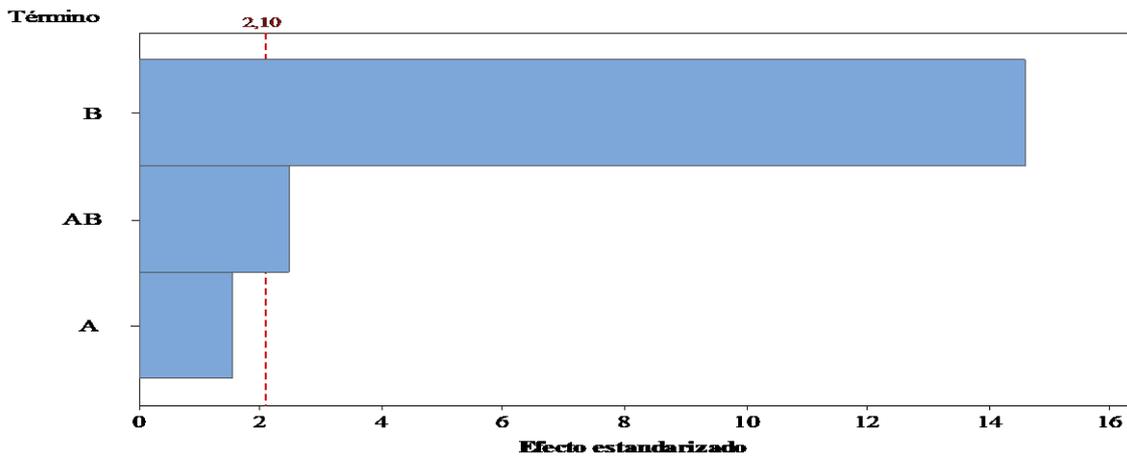


Figura 25. Diagrama de Pareto estandarizado de la acidez titulable de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

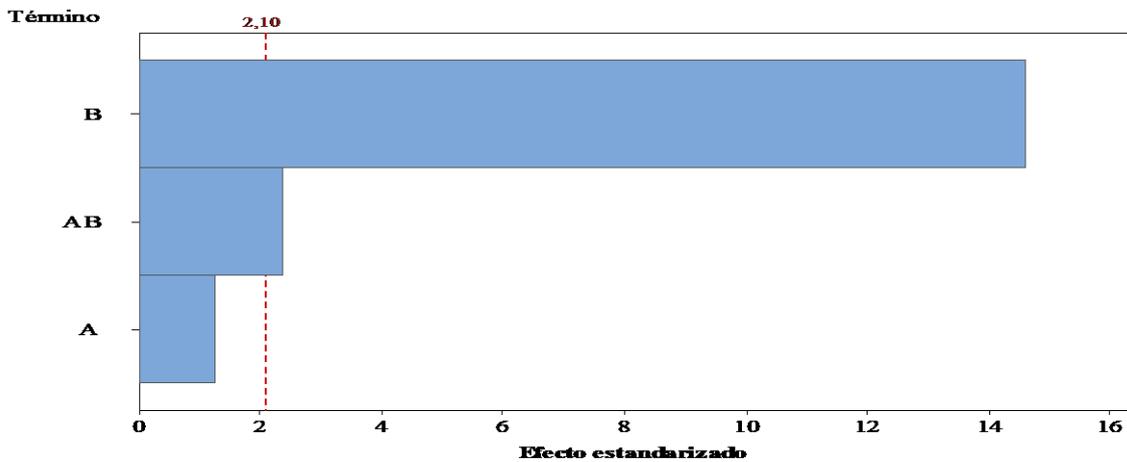


Figura 26. Diagrama de Pareto estandarizado del pH de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

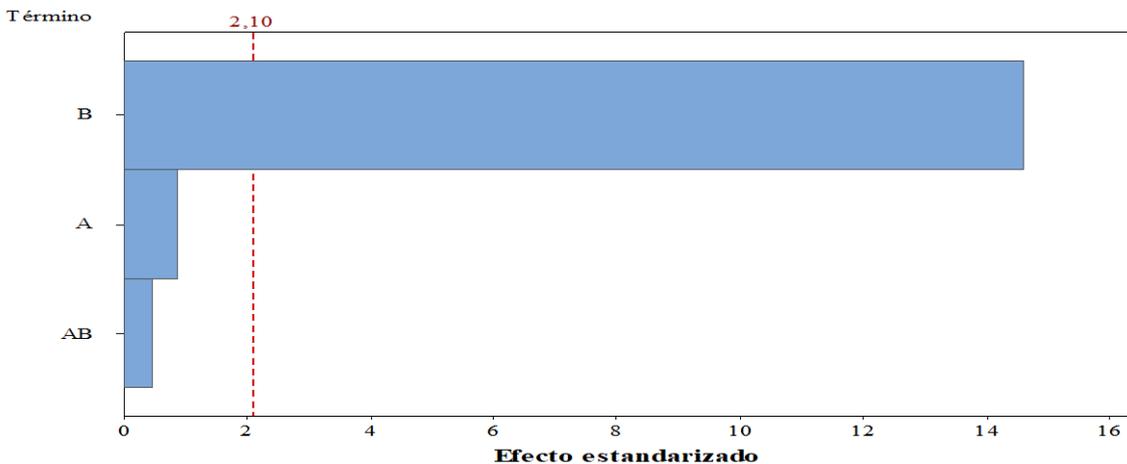


Figura 27. Diagrama de Pareto estandarizado de los sólidos solubles totales (°Brix) de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

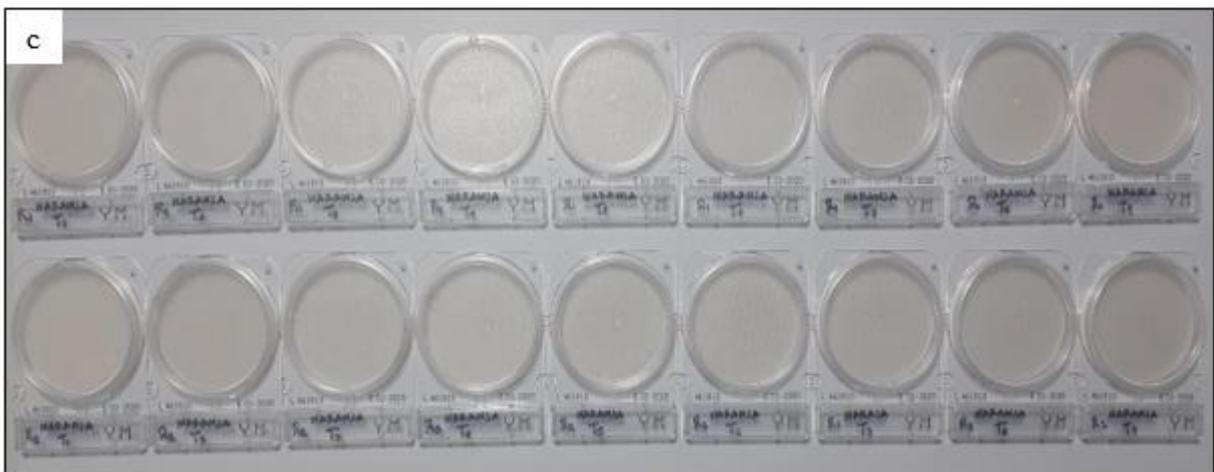
Anexo 12. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja.



a) Coliformes fecales y *E. coli*.



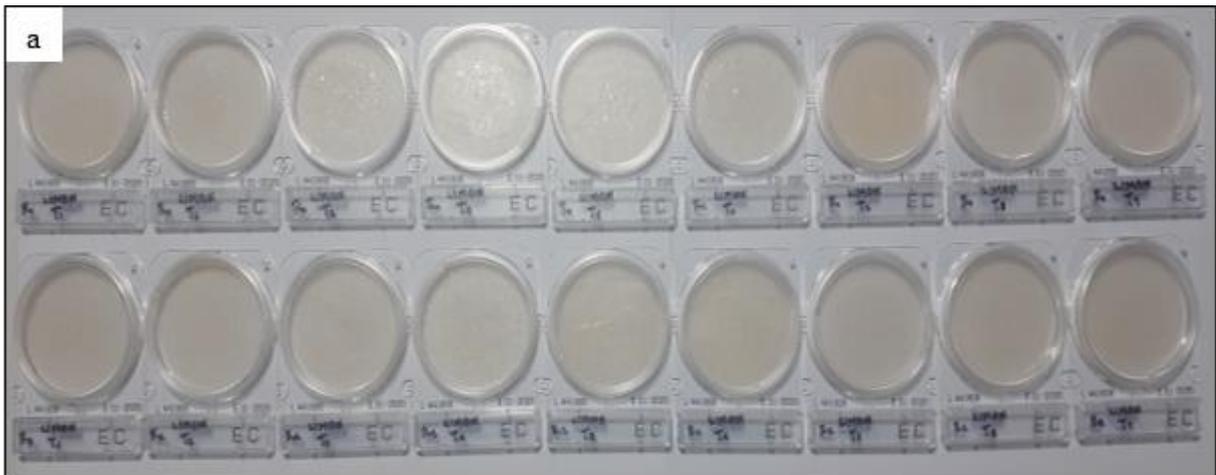
b) Aerobios mesófilos.



c) Mohos y levaduras.

Figura 28. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. a) Coliformes fecales y *E. coli*. b) Aerobios mesófilos. c) Mohos y levaduras.

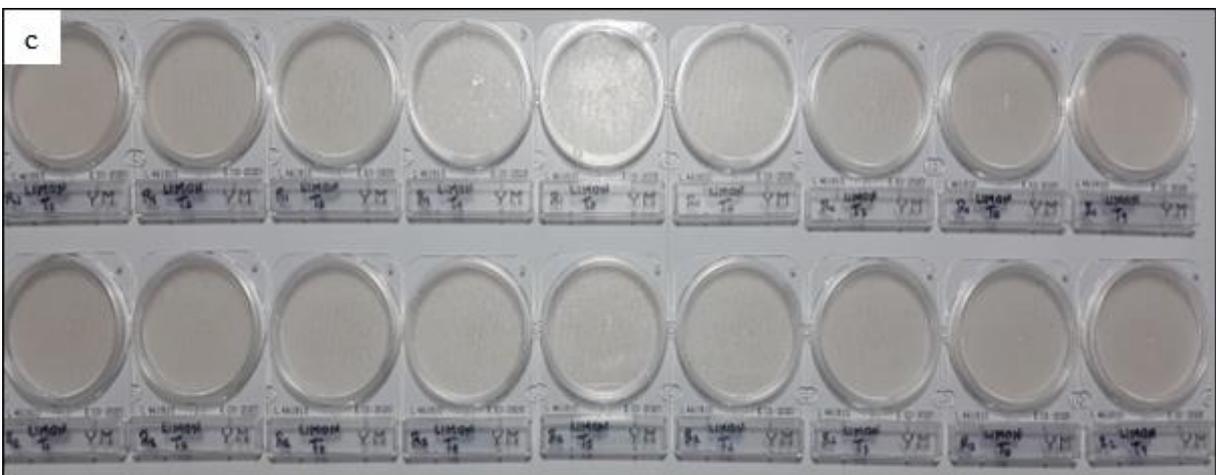
Anexo 13. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón.



a) Coliformes fecales y *E. coli*.



b) Aerobios mesófilos.



c) Mohos y levaduras.

Figura 29. Caracterización microbiológica de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. a) Coliformes fecales y *E. coli*. b) Aerobios mesófilos. c) Mohos y levaduras.

Anexo 14. Análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja y limón.

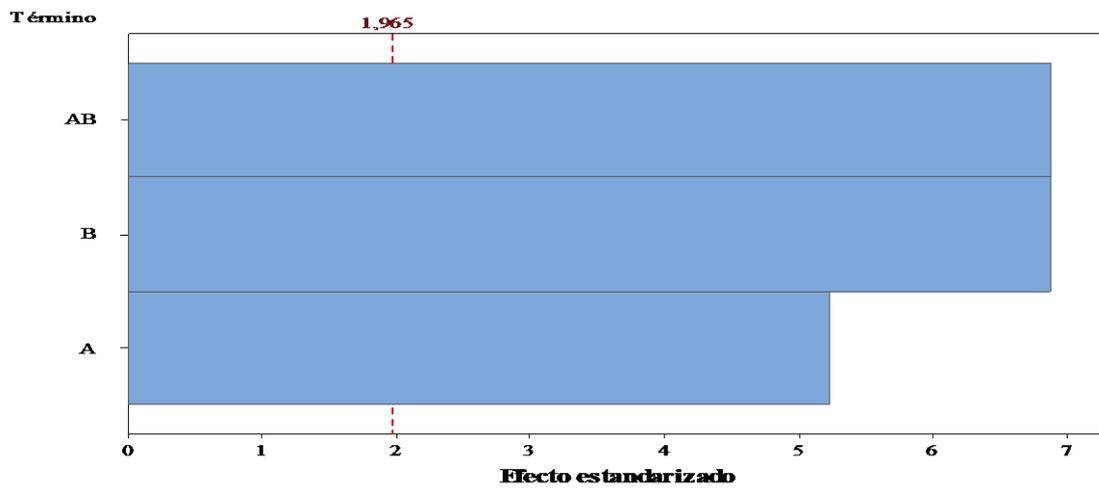


Figura 30. Diagrama de Pareto estandarizado de la aceptabilidad del análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a naranja. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

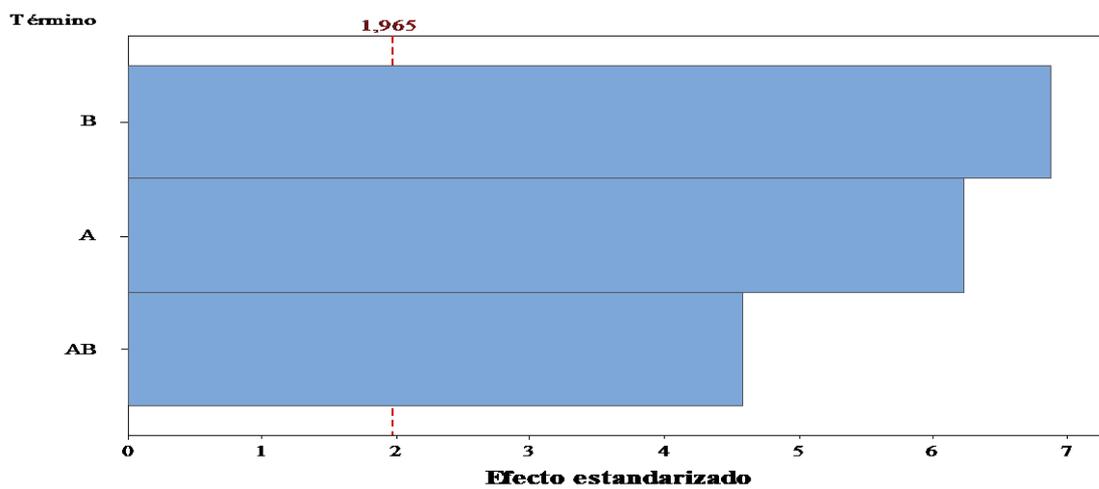
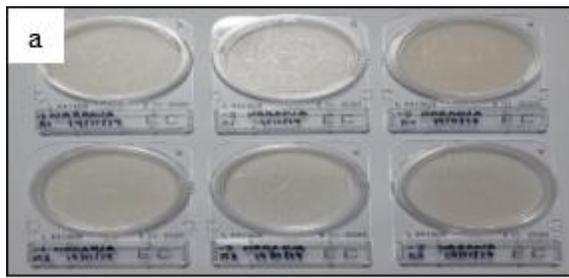


Figura 31. Diagrama de Pareto estandarizado de la aceptabilidad del análisis sensorial de las bebidas enriquecidas con trozos de sábila osmodeshidratados, saborizadas a limón. A: Deshidratación osmótica. B: Concentración del saborizante. A x B: Interacción.

Anexo 15. Resultados de Coliformes fecales y *E. coli* durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



i) Día 24.



j) Día 27.

Figura 32. Resultados de Coliformes fecales y *E. coli*. durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

Anexo 16. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



i) Día 24.



j) Día 27.

Figura 33. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

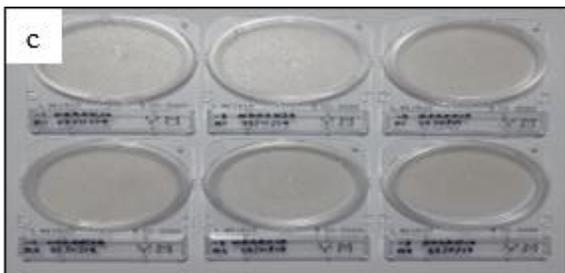
Anexo 17. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



i) Día 24.



j) Día 27.

Figura 34. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T4. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

Anexo 18. Resultados de Coliformes fecales y *E. coli* durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



i) Día 24.



j) Día 27.

Figura 35. Resultados de Coliformes fecales y *E. coli*. durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

Anexo 19. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



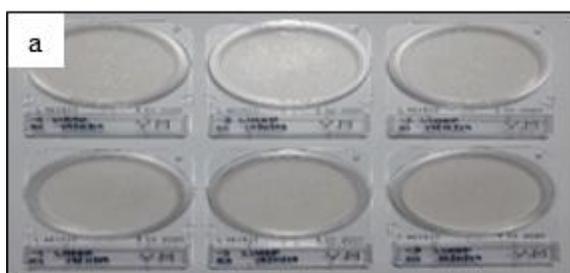
i) Día 24.



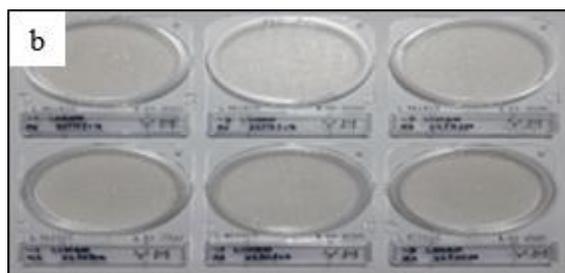
j) Día 27.

Figura 36. Resultados de Aerobios mesófilos durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

Anexo 20. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6.



a) Día 0.



b) Día 3.



c) Día 6.



d) Día 9.



e) Día 12.



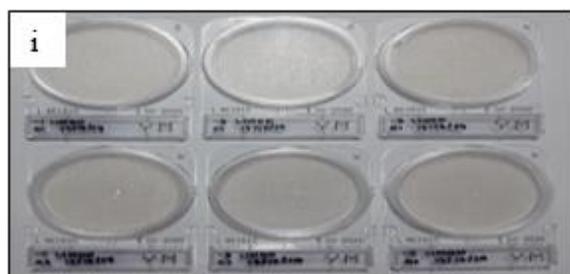
f) Día 15.



g) Día 18.



h) Día 21.



i) Día 24.



j) Día 27.

Figura 37. Resultados de Mohos y levaduras durante el tiempo de vida útil del tratamiento T6. a) Día 0. b) Día 3. c) Día 6. d) Día 9. e) Día 12. f) Día 15. g) Día 18. h) Día 21. i) Día 24. j) Día 27.

Anexo 21. Análisis preliminares de sólidos solubles totales (SST) en los trozos de sábila.

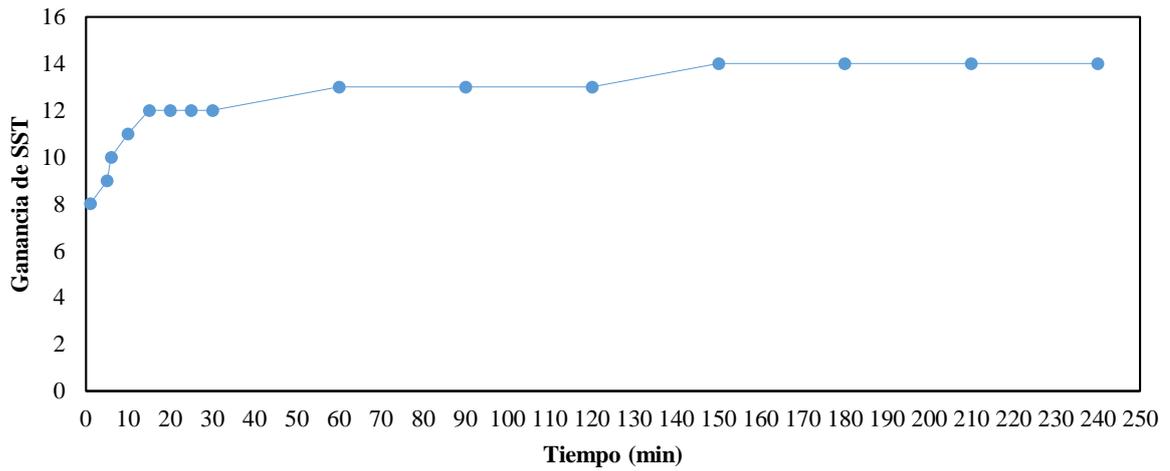


Figura 38. Ganancia de SST a 50 °Brix vs. Tiempo.

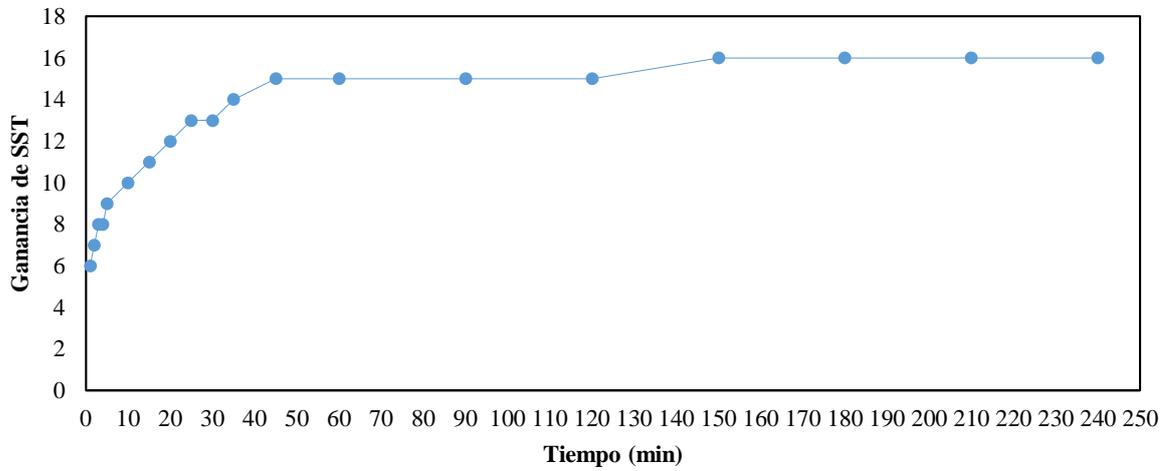


Figura 39. Ganancia de SST a 55 °Brix vs. Tiempo.

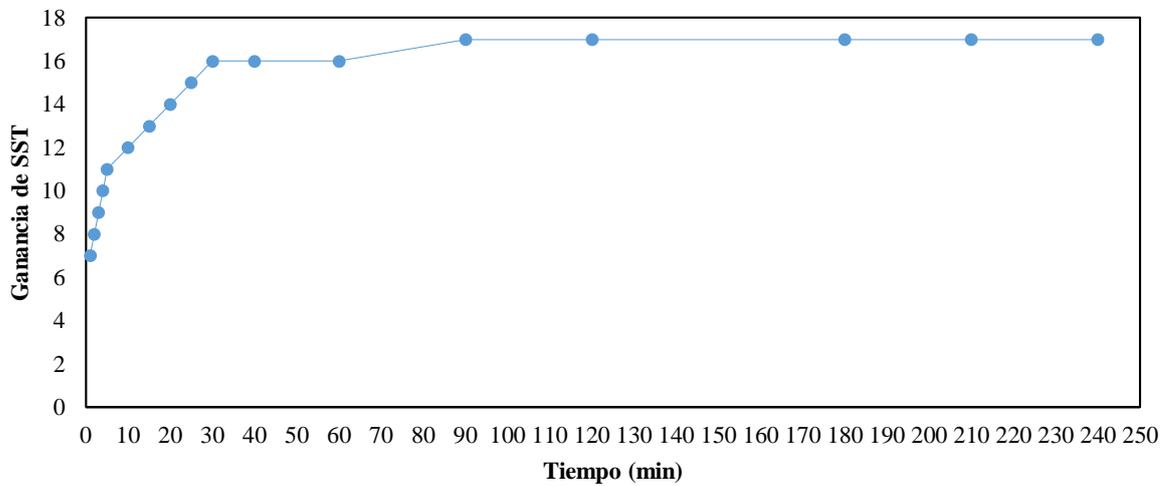


Figura 40. Ganancia de SST a 60 °Brix vs. Tiempo.