

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

Bach. DANITZA QUINA MAMANI

EFFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)

Asesora:

ING. GINA GENOVEVA TORO RODRIGUEZ

Co- asesor:

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS- APURÍMAC –PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

Bach. DANITZA QUINA MAMANI

EFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)

Asesora:

ING. GINA GENOVEVA TORO RODRIGUEZ

Co- asesor:

MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS- APURÍMAC –PERÚ

2023



APROBACION DEL ASESOR

Quién suscribe:

Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez, por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, DANITZA QUINA MAMANI, ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Trabajo de Investigación intitulado: “EFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)”. Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 20 de febrero del 2023



Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez
Asesor de Tesis



Br. Danitza Quina Mamani
Tesisista



FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la sala Meet: <https://meet.google.com/cma-qkyy-kvz> , siendo las 10:00 horas del día 16 de febrero del año 2023, se reunieron los docentes: Dr. David Juan Ramos Huallpartupa, Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Mag. Dianeth Buleje Campos, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "EFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACIO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **DANITZA QUINA MAMANI**, el asesor Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez y el coasesor M.Sc. Thomas Ancco Vizcarra, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: _APROBAR_** por **_UNANIMIDAD_** al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **DANITZA QUINA MAMANI**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
15	QUINCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

Dr. David Juan Ramos Huallpartupa
Presidente del Jurado Evaluador

Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Mag. Dianeth Buleje Campos
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Danitza Quina Mamani, identificado (a) con DNI: N° 70466146 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Declaro bajo juramento que el Informe Final de Tesis Titulado: “EFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)”.

Es auténtico y no vulnera los derechos de autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor (es) del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de propiedad intelectual y derechos de autor.

Andahuaylas, 20 de febrero de 2023

.....
Firma
N° DNI: 70466146
E-mail: quinamamanid@gmail.com
N° Celular: 978767175

.....
Firma
N° DNI: 32909658
E-mail: gige0168@gmail.com
N° Celular: 943633572

NOMBRE DEL TRABAJO

EFEECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (Solanum betaceum Cav)

AUTOR

DANITZA QUINA MAMANI

RECuento de palabras

22930 Words

RECuento de caracteres

124282 Characters

RECuento de páginas

126 Pages

Tamaño del archivo

3.2 MB

Fecha de entrega

Feb 20, 2023 4:42 PM GMT-5

Fecha del informe

Feb 20, 2023 4:44 PM GMT-5

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 19% Base de datos de Internet
 - Base de datos de Crossref
 - 0% Base de datos de publicaciones
 - Base de datos de contenido publicado de Crossref
- **Excluir del Reporte de Similitud**
- Material bibliográfico
 - Material citado
 - Material citado
 - Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

● **19% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unajma.edu.pe Internet	6%
2	secgen.unajma.edu.pe Internet	3%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Internet	1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Internet	1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Internet	<1%
6	hdl.handle.net Internet	<1%
7	scribd.com Internet	<1%
8	repositorio.unsa.edu.pe Internet	<1%
9	repositorio.unfv.edu.pe Internet	<1%



10	tesis.uchile.cl Internet	<1%
11	bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080 Internet	<1%
12	dspace.uce.edu.ec Internet	<1%
13	repositorio.unjbg.edu.pe Internet	<1%
14	repositorio.uta.edu.ec Internet	<1%
15	repositorio.uss.edu.pe Internet	<1%
16	pt.scribd.com Internet	<1%
17	1library.co Internet	<1%
18	repositorio.ute.edu.ec Internet	<1%
19	riunet.upv.es Internet	<1%
20	scielo.cl Internet	<1%
21	doczz.net Internet	<1%



22	repositorio.unal.edu.co Internet	<1%
23	repositorio.unap.edu.pe Internet	<1%
24	alicia.concytec.gob.pe Internet	<1%
25	repositorio.udea.edu.co Internet	<1%
26	slideshare.net Internet	<1%
27	De los Reyes Canovas, Ruth. "Dielectric properties measurement in foo... Publication	<1%
28	docplayer.es Internet	<1%
29	es.scribd.com Internet	<1%
30	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet	<1%
31	repositorio.ug.edu.ec Internet	<1%
32	repositorio.utn.edu.ec Internet	<1%
33	repositorio.upec.edu.ec Internet	<1%



34

repository.lasallista.edu.co

Internet

<1%

35

repositorio.uwiener.edu.pe

Internet

<1%



.....
Br. Danitza Quina Mamani
Tesisista



.....
Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez
Asesor de Tesis

DEDICATORIA

A Dios como mi principal fuente espiritual.

A mis queridos padres German y Alsida, quienes me hacen llenar de orgullo y son mi mayor tesoro, por su ejemplo de lucha y amor incondicional, quienes me han nutrido de gran valor desde muy temprana edad y me han brindado su apoyo moral que ha sido fundamental para la culminación de mis estudios.

A mis hermanos (Nelson, Mirian, Candy, Atilio y Brayan) por haberme acompañado en este camino de la vida, quienes me han protegido y apoyado cuando los necesite, por lo cual estaré inmensamente agradecida.

A mis amigos y amigas, Susan, Rosmeri, Jaky, Flor y Alfredo por compartir bellos momentos, experiencias durante la ejecución de esta investigación.

Danitza Quina.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente, brindarme los laboratorios para realizar las pruebas experimentales de esta investigación.

De manera muy especial a mi querida asesora Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de investigación, sino a lo largo de mi carrera universitaria, que gracias a sus consejos, enseñanzas y apoyo brindado hoy puedo culminar este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado evaluador, Dr. David Juan Ramos Huallpartupa, Dr. Denis Hernán Gutiérrez Martínez e MSc. Dianeth Buleje Campos, que gracias a sus recomendaciones y correcciones se logró terminar este trabajo de investigación.

Al Ing. Felix Teran Hilares, quien con su experiencia y conocimientos me oriento en el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Julio Cesar Huanca Marín y Dra. Luz Delia Quina Quina, por su apoyo incondicional, por su confianza y enseñanza que me brindaron durante mi vida y formación profesional.

También quiero agradecer a todos los docentes de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial, que, con su sabiduría, conocimiento motivaron a desarrollarme, y gracias a sus consejos y enseñanzas hoy puedo sentirme dichoso y contento.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	xxii
Resumen	xxiv
Abstract.....	xxv
Chumasqa	xxvi
INTRODUCCIÓN.....	27
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	28
1.1. Situación problemática.....	28
1.2. Formulación del problema	29
1.2.1. Problema general	29
1.2.2. Problemas específicos.....	29
1.3. Objetivos de la investigación	30
1.3.1. Objetivo general.....	30
1.3.2. Objetivos específicos	30

1.4. Justificación de la investigación	31
CAPITULO II: ANTECEDENTES.....	32
2.1. Antecedentes de la investigación	32
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	38
3.1. Bases teóricas.....	38
3.1.1. Sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>).....	38
3.1.1.1. Clasificación botánica.....	38
3.1.1.2. Clasificación taxonómica de la especie	39
3.1.1.3. Variedad Rojo-purpura	39
3.1.1.4. Características fisicoquímicas de la pulpa del sachatomate	40
3.1.1.5. Composición química y su aprovechamiento alimenticio	41
3.1.1.6. Fitoquímica del sachatomate.....	42
3.1.2. Deshidratación osmótica.....	43
3.1.2.1. Ósmosis.....	43
3.1.2.2. Mecanismo de la osmodeshidratación.	43
3.1.2.3. Transferencia de masa en osmodeshidratación.....	44
3.1.2.4. Cinética de la deshidratación osmótica.....	45
3.1.2.5. Difusión	46
3.1.2.6. Modelo de crank	46
3.1.2.7. Factores que influyen en la deshidratación osmótica.	49

3.1.3. Impregnación al vacío.....	51
3.1.3.1. Principios de la impregnación al vacío	51
3.1.3.2. Aplicaciones de la impregnación a vacío.....	52
3.1.4. Agentes osmodeshidratantes	53
3.1.4.1. Maltodextrina.....	53
3.1.4.2. Sacarosa	53
3.1.4.1. Miel de abeja.....	53
3.1.5. Vitaminas	54
3.1.5.1. Vitamina C	55
3.1.5.2. Vitamina A.....	57
3.1.5.3. Retención de vitaminas	59
3.1.6. Antioxidantes	60
3.1.6.1. Capacidad antioxidante.....	61
3.1.7. Color	61
3.1.7.1. Color del tomate de árbol.....	63
3.2. Marco conceptual.....	63
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
4.1. Lugar de ejecución.....	66
4.2. Material de estudio.....	66
4.3. Metodología experimental	67

4.3.1. Proceso de deshidratación osmótica por impregnación al vacío	67
4.4. Tipo de investigación	70
4.5. Método de análisis	70
4.5.1. Cuantificación del ácido ascórbico en la pulpa fresca y osmodeshidratada.	70
4.5.2. Cuantificación de carotenoides totales (β -caroteno) en la pulpa fresca y osmodeshidratada.	70
4.5.3. Determinación de la capacidad antioxidante en la pulpa fresca y osmodeshidratada. ..	70
4.5.4. Determinación del índice de color en la pulpa fresca y osmodeshidratada.	70
4.5.5. Determinación de las características fisicoquímicas en la pulpa fresca y osmodeshidratada del sachatomate.....	70
4.5.6. Determinación de la cinética de deshidratación osmótica	72
4.5.7. Metodología para determinar la difusividad efectiva	73
4.6. Diseño experimental y análisis estadístico	73
4.6.1. Diseño experimental	73
4.6.2. Identificación de variables	73
4.6.3. Modelo estadístico o matemático general para el DCA.....	74
4.6.4. Análisis estadístico.....	75
4.1.1. Planteamiento de las hipótesis	76
CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES	77

5.1. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del ácido ascórbico del sachatome (<i>Solanum betaceum Cav</i>).....	77
5.2. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides totales del sachatome (<i>Solanum betaceum Cav</i>).....	79
5.3. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de la capacidad antioxidante del sachatome (<i>Solanum betaceum Cav</i>).....	82
5.3.1. Capacidad antioxidante método DPPH.....	82
5.3.2. Capacidad antioxidante método ORAC.....	84
5.4. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del color del sachatome (<i>Solanum betaceum Cav</i>).....	87
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica del sachatomate.....	39
Tabla 2. Características fisicoquímicas de la pulpa de sachatomate en 100g.	40
Tabla 3. Composición química de los frutos de sachatomate en 100 g de muestra.	41
Tabla 4. Composición fisicoquímica de la miel de abeja.	54
Tabla 5. Matriz de diseño experimental	73
Tabla 6. ANOVA para el diseño completamente al azar DCA	75
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el ácido ascórbico.....	77
Tabla 8. Cuantificación del ácido ascórbico del sachatomate osmodeshidratado.....	79
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para carotenoides totales.	79
Tabla 10. Cuantificación carotenoides totales del sachatomate osmodeshidratado	81
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante DPPH.....	82
Tabla 12. Resultados para la capacidad antioxidante DPPH.....	84
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante ORAC.....	84
Tabla 14. Resultados para la capacidad antioxidante ORAC.....	86
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de color IC*	87
Tabla 16. Resultados del color.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frutos de Solanum Betaceum Cav.	38
Figura 2. Frutos de sachatomate variedad purpura.	39
Figura 3. Mecanismo de osmodeshidratación en un material biológico	44
Figura 4. Transferencia de masa en un material celular inmerso en una solución osmótica.....	44
Figura 5. Mecanismo hidrodinámico durante tratamientos de vacío en sólidos porosos.	52
Figura 6. Estructura química del β -caroteno.	58
Figura 7. Muestra el espacio de color de CIELAB, Luminosidad, a^* , b^*	62
Figura 8. Diagrama de bloques.....	69
Figura 9. Identificación de variables	73

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Selección de la materia prima.....	128
Imagen 2. Lavado y desinfección.....	128
Imagen 3. Pelado de la materia prima	128
Imagen 4. Osmodeshidratación (IV)	128
Imagen 5. Preparación del jarabe a 70 °Brix	128
Imagen 6. Cortado en láminas	128
Imagen 7. Láminas osmodeshidratada.....	128
Imagen 8. Drenado del jarabe.....	128
Imagen 9. Determinación de Aw	129
Imagen 10. Determinación de pH.....	129
Imagen 11. Determinación de acidez	129
Imagen 12. Determinación de sólidos solubles (°Brix).....	129
Imagen 13. Determinación de humedad y materia seca	129
Imagen 14. Separación de fases de carotenoides.....	130
Imagen 15. Muestras para la cuantificación de Áa.....	130
Imagen 16. Preparación de las muestras de Aá	130
Imagen 17. Ubicación de la microplaca (ORAC).....	130
Imagen 18. Ubicación de la microplaca (DPPH)	130
Imagen 19. Lectura de las muestras de carotenoides.....	130
Imagen 20. Determinación de color (*IC).....	130

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de análisis de resultados para el contenido de ácido ascórbico.	103
Anexo 2. Cromatogramas HPLC de ácido ascórbico	103
Anexo 3. Datos de análisis de resultados para el contenido de carotenoides totales	105
Anexo 4. Datos de análisis de resultados para la capacidad antioxidante	106
Anexo 5. Datos para el índice de color (IC*)	106
Anexo 6: Gráfico de medias para el ácido ascórbico	107
Anexo 7: Gráfico de media para carotenoides totales	107
Anexo 8: Gráfico de media para la capacidad antioxidante DPPH	108
Anexo 9: Gráfico de medias para la capacidad antioxidante ORAC	108
Anexo 10: Gráfico de media para el índice de color	109
Anexo 11. Características fisicoquímicas de la pulpa fresa y osmodeshidratada	109
Anexo 12. Cinética de deshidratación osmótica.....	111
Anexo 13. Difusividad efectiva del sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío	112
Anexo 14. Curvas de deshidratación osmótica con impregnación al vacío	112
Anexo 15. Método para la cuantificación del ácido ascórbico.....	114
Anexo 16. Curva estándar del ácido ascórbico.....	114
Anexo 17. Método para la cuantificación de carotenoides totales	114
Anexo 18. Curva estándar del β -caroteno	115
Anexo 19. Metodología para determinar la capacidad antioxidante método DPPH	116
Anexo 20. Curva estándar para la capacidad antioxidante en el método DPPH	117
Anexo 21. Metodología para determinar la capacidad antioxidante ORAC	117

Anexo 22. Curva estándar para la capacidad antioxidante en el método ORAC	118
Anexo 23. Metodología para determinar el índice de color	118
Anexo 24. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss sacarosa R1	119
Anexo 25. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss sacarosa R2	120
Anexo 26. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss sacarosa R3	121
Anexo 27. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss miel de abeja R1	122
Anexo 28. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss miel de abeja R2	123
Anexo 29. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss miel de abeja R3	124
Anexo 30. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss maltodextrina R1	125
Anexo 31. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss maltodextrina R2	126
Anexo 32. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la De, ss maltodextrina R3	127
Anexo 33. Obtención de la pulpa fresca y osmodeshidratada con impregnación al vacío.....	128
Anexo 34. Análisis fisicoquímico	129
Anexo 35. Fotografía del análisis	130
Anexo 36. Matriz de consistencia.....	131

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Áa	: Ácido ascórbico
Abs	: Absorbancia
ANOVA	: Análisis de varianza
AAPH	: -2,2'-azobis (2-methylpropionamidine) dihydrochloride
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists (Asociación de los químicos analíticos oficiales)
BHT	: Butilhidroxitolueno
°Brix	: Coeficiente total de azúcar presente
CA	: Capacidad antioxidante
Cm	: Centímetros
°C	: Grados Celsius
DCA	: Diseño Completamente al Azar
Def	: Difusividad efectiva
DO	: Osmodeshidratación convencional
IV	: Impregnación a vacío
g	: Peso de la muestra en gramos
mg	: Peso de la muestra en miligramos
CIEL*a*b*	: Comisión Internacional de la Iluminación
L*	: Luminosidad
a*	: Intensidad de color verde rojo
b*	: Intensidad de color azul amarillo
msnm	: Metros sobre el nivel del mar
DPPH	: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo
min	: Minutos
ml	: Mililitros
nm	: Nanómetros

mM	: Milimolar
μmol	: Micro mol
pH	: Potencial de hidrogeniones.
μl	: Micro litro
Trolox	: - 6-Hydroxy-2, 5, 7, 8-tetra-methylchroman-2-carboxylic acid
ORAC	: Oxygen Radical Absorbance Capacity
PP	: Pérdida de peso
PA	: Perdida de agua
GS	: Ganancia de solidos
TE	: Trolox equivalente
\bar{X}	: Media
H_o	: Hipótesis nula
H_A	: Hipótesis alterna
A_w	: Actividad de agua
H%	: Porcentaje de humedad
mmHg	: Milímetros de mercurio
h	: Hora
IC*	: Índice de color
UPLC	: Cromatografía líquida de ultra rendimiento
R	: Repeticiones

Resumen

En este estudio se determinó el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodeshidratado por impregnación al vacío. Para la obtención del sachatomate osmodeshidratado se utilizó la técnica de impregnación a 400 mm Hg con una relación fruta: solución de 1:4 y 180 min de proceso utilizando diferentes soluciones hipertónicas (sacarosa, miel de abeja y maltodextrina) a 70°Brix. A la fruta osmodeshidratada, se le determinó el contenido de ácido ascórbico por UPLC, los carotenoides totales por espectrofotometría, la capacidad antioxidante por lector de microplacas Synergy H1 por los métodos DPPH y ORAC el color *IC con un colorímetro por el sistema CIEL*a*b*. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA). Como resultado se observó mayor retención de ácido ascórbico en la maltodextrina con 114.41 ± 3.22 mg/100 gm. En cuanto a los carotenoides totales, mostraron una mayor retención la sacarosa y maltodextrina con 11.61 ± 0.60 y 11.45 ± 0.07 mg β -caroteno/100 gm. Asimismo, la maltodextrina tuvo una mayor retención de capacidad antioxidante DPPH mostrando 1273.94 ± 25.30 μ mol TE/ 100 gm, de manera similar se observó en el método ORAC, maltodextrina con 20455 ± 1102.04 μ mol TE/ 100 gm, y para el *IC la retención fue mayor en la maltodextrina con 15.45 ± 0.28 . En conclusión, se demostró que los engentes osmodeshidratantes tienen efecto significativo en la retención del ácido ascórbico, carotenoides totales, capacidad antioxidante y color, siendo la maltodextrina y la sacarosa las que mostraron menor efecto y mayor retención en los diferentes análisis.

Palabras claves: Agente osmodeshidratante, capacidad antioxidante, color, impregnación al vacío, retención, vitaminas, sachatomate.

Abstract

In this study, the effect of sucrose, maltodextrin and bee honey on vitamin retention, antioxidant capacity and color of sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodehydrated by vacuum impregnation was determined. To obtain the osmodehydrated sachatomate, the impregnation technique was used at 400 mm Hg with a fruit: solution ratio of 1:4 and a 180-min process using different hypertonic solutions (sucrose, honey and maltodextrin) at 70°Brix. The ascorbic acid content of the osmodehydrated fruit was determined by UPLC, the total carotenoids by spectrophotometry, the antioxidant capacity by the Synergy H1 microplate reader by the DPPH and ORAC methods, the color *IC with a colorimeter by the CIEL system *a*b*. The data obtained were processed using the Completely Random Design (DCA). As a result, greater retention of ascorbic acid was observed in maltodextrin with 114.41 ± 3.22 mg/100 gm. Regarding total carotenoids, sucrose and maltodextrin showed greater retention with 11.61 ± 0.60 and 11.45 ± 0.07 mg β -carotene/100 gm. Likewise, maltodextrin had a greater retention of antioxidant capacity DPPH showing 1273.94 ± 25.30 μ mol TE/ 100 gm, similarly it was observed in the ORAC method, maltodextrin with 20455 ± 1102.04 μ mol TE/ 100 gm, and for the *IC the retention it was higher in maltodextrin with 15.45 ± 0.28 . In conclusion, it was shown that osmodehydrating agents have a significant effect on the retention of ascorbic acid, total carotenoids, antioxidant capacity and color, with maltodextrin and sucrose showing the least effect and greatest retention in the different analyses.

Keywords: Osmodehydrating agent, antioxidant capacity, color, vacuum impregnation, retention, vitamins, sachatomate.

Chumasqa

Kay yachaypiqa qawarichikurqa chay sacarosa nisqapa imayna kaynin, lachiwapa miskin chaynallataq maltrodextrina nisqa chay vitaminakuna nisqa imayna harkachisqa kasqanmanta, antioxidante nisqapa atiyin, chaynallataq sachatumatipa tullpun, chiqap sutinmi (*Solanum betaceum Cav*) deshidratación osmótica nisqa chaynintakama kayñataq impregnación al vacío (IV) nisqantakama. Chay Sachatumati osmodeshidratado nisqa haypanapaq ruwachikurqa chay técnica de impregnación a 400 mm Hg nisqa. Fruta nisqa churachikurqa: 1:4 solución nisqapi chaynallataq qatipachikurqa 180 pacha nisqapi. Ruwachikurqam qinaspa qatipaspa karqa tukuy rikchaq soluciones hipertónicas nisqakunapi (sacarosa, lachiwapa miskin chaynallataq maltrodextrina) kay nisqakuna qatipachikurqa 70°Brix nisqapi. Chay fruta osmodeshidratada nisqamanmi, UPLC nisqapim yachakurqa qaykas kanman chay ácido ascórbico nisqa, chaynallataq llapan carotenoide nisqa yacharichikurqa chay espectrofotometría nisqantakama, chaynallataq chay capacidad antioxidante nisqa yacharichikurqa lector de microplacas Synergy H1 nisqantakama kayñataq iskay método nisqata qatiparqa DPPH chaynallataq ORAC nisqa, tullpuñataq qatipachikurqa chay colorímetro por el sistema CIEL*a* b*. Nisqantakama. Llapan yuyay haypasqakuna ruwarichikurqa chay diseño nisqa lliwnin imaymana llusqisqampi (DCA). Qawarichikurqam achkanpi chay retención de ácido ascórbico maltodextrina nisqapi 114.41 ± 3.22 mg sapa 100 gm nisqapi. Llapan carotenoide kasqampiñataq hawarichikurqa achkampi retención nisqa chay sacarosa qinallataq maltodextrina 11.61 ± 0.60 y 11.45 ± 0.07 mg β -caroteno sapa 100 gm nisqapi. Chaynallataq maltodextrina nisqam atiparqa chay retención de capacidad antioxidante DPPH nisqapi chaypim qawarichin 1273.94 ± 25.30 $\mu\text{mol TE/}$ sapa 100 gm nisqapi. yaqa chaychaynaniqlam qawarichikurqa chay método ORAC nisqapi, maltodextrina 20455 ± 1102.04 $\mu\text{mol TE/}$ sapa 100 gm, chaymanta *CI kaqpaq, retención aswan hatun karqa maltodextrina kaqpi 15.45 ± 0.28 . Tukupaynimpim, chaynapim chiqaqchachikurqa chay agentes osmodeshidratantes imayna kaynin atipan chay ácido ascórbico nisqapa hapipakuynimpim, llapan carotenoide nisqakunapi, chaynallataq chay capacidad antioxidante hinaspataq tullpunpas, kay maltodextrina chanta sacarosa kaqkuna kay pisi efectota chanta aswan retención kaqta rikuchirqanku kay chiqan análisis kaqpi.

Pisi rimayllapi: Agente osmodeshidratante nisqa, capacidad antioxidante nisqa, tullpu, impregnación al vacío nisqa, harkachisqa, vitaminakuna nisqa, sachatumati.

INTRODUCCIÓN

El sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) es un importante recurso andino con valor nutricional y medicinal. Son fuentes importantes de betacaroteno (provitamina A), vitamina B6, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E y hierro. Además de actuar como antioxidante, también fortalece el sistema inmunológico y la vista (GRLL, 2006). Después de llegar a su estado de madurez por ser un fruto climatérico, el ritmo respiratorio incrementa, acelerando los cambios de sus propiedades fisicoquímicas, también la degradación de los compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante.

La osmodeshidratación es un proceso de conservación que se puede utilizar en la industria alimentaria. Consiste en disminuir la actividad de agua por la fuerza osmótica de una solución hipertónica, en la que se extrae el agua presente en la membrana celular del alimento y se introducen en las partículas (solutos). A través de la membrana semipermeable de los alimentos (Espinoza y Hanco, 2017). Muchos estudios han utilizado métodos tradicionales durante la osmodeshidratación, pero debido a la duración del proceso, este método da como resultado la pérdida de compuestos bioactivos. La osmodeshidratación se ve afectada por varios factores (temperatura, concentración de la solución osmótica, presión, etc.). Según (Mejía, 2015), la impregnación al vacío es una nueva tecnología que consiste en la extracción de aire ocluido de alimentos porosos y la inclusión de líquidos que contienen compuestos bioactivos. Este proceso permite mejorar las propiedades funcionales, nutricionales y sensoriales de los alimentos porosos. Pero no es muy utilizado en nuestro país.

Por esta razón, se determinó el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*).

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.Situación problemática

La región de Apurímac tiene como uno de los frutos silvestres al sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) que rara vez se consume a pesar de sus beneficios y valor nutricional. Debido al gusto, alta acidez y sabor desagradable de la fruta. Es un fruto climatérico con alta actividad de agua, lo que provoca cambios en sus propiedades fisicoquímicas, degradación de compuestos bioactivos como el ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos, y disminución de la capacidad antioxidante.

Se han realizado varios métodos de secado como la osmodeshidratación convencional para conservar los alimentos, pero se han reportado pérdidas del valor nutricional; afectando el contenido de vitaminas, actividad antioxidante y color en ciertas frutas por factores como tamaño y forma del alimento, tipo de agente osmótico, concentración, altas temperaturas y tiempos prolongados en el proceso de osmodeshidratación.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se realizó la osmodeshidratación del sachatomate con impregnación al vacío en diferentes agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja), para evitar que este producto pierda en cierta medida sus compuestos bioactivos (ácido ascórbico, carotenoides totales, capacidad antioxidante y color) y ayude a la retención de los mismos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de ácido ascórbico del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)?

¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides totales del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)?

¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de capacidad antioxidante del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)?

¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)?

1.3.Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del ácido ascórbico del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)
- Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides totales del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)
- Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de capacidad antioxidante del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)
- Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

1.4. Justificación de la investigación

Este estudio se realizó considerando el potencial del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*), en nuestro departamento de Apurímac, que cuenta con propiedades nutricionales como compuestos bioactivos, antioxidantes, vitaminas y ácido ascórbico (Vasco et al. 2009), que pueden contribuir en la salud de la población de nuestra región, pero no se utiliza por el mal gusto sabor de esta fruta.

Desarrollar nuevos productos alimenticios con propiedades nutricionales a partir de productos naturales hoy en día se han convertido un objetivo principal para la industria alimentaria, por lo que incluyen la búsqueda de nuevos productos; el sachatomate es uno de esos alimentos que presenta propiedades nutricionales.

Las vitaminas, capacidad antioxidante son compuestos que tienen efecto beneficioso sobre el cuerpo humano, mejorando la salud reduciendo riesgos de enfermedades. Así mismo estos compuestos son sensibles a factores como oxígeno, la luz, altas temperaturas y tiempos prolongados lo que provoca la degradación en el proceso de osmodeshidratación (Meneses, 2016).

La impregnación al vacío es un método reciente diseñada a fin de mantener las características del producto fresco, razón por la que se hace uso de una solución hipertónica (Flores, 2005). Siendo el principal objetivo de esta investigación, retener las vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío en diferentes agentes deshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja), con la finalidad de aprovechar la fruta para su comercialización a condiciones ambientales aprovechándose sus compuestos bioactivos y características fisicoquímicas, además brindar a los consumidores una fruta en estado deshidratado lo cual puede consumirse de manera directa.

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes de la investigación

Arango, (2012) en su estudio determino el tiempo de deshidratación osmótica y análisis de componentes en el tomate de árbol. Realizo la deshidratación osmótica (DO) y deshidratación osmótica con secado convectivo (DO-CO) en diferentes tiempos: 60, 120, 180 y 240 minutos. Analizo dos variables fundamentales que determinan la composición fisicoquímica de los trozos de tomate de árbol: las pérdidas de peso obtenidas en DO convencional y DO-CO fueron 31,34% y 42,97%, respectivamente, y los °Brix 35,4 y 42,13%. La DO-CO reduce el tiempo de deshidratación en un 50% y los trozos de tomate de árbol tienen una composición físico-química similar en 7 ciclos de deshidratación, a diferencia de la DO convencional (p.40).

Borda y Caicedo, (2013) en su investigación cambios en el contenido nutricional de la uchuva (*Physalis peruviana*) frente a osmodeshidratación como método de conservación. Evaluó el cambio en el contenido nutricional de la uchuva osmodeshidratada con previo escaldado y sin escaldado. Realizo la osmodeshidratación con sacarosa a 80°Brix durante 48 horas con posterior secado de tres horas. Donde tuvo como resultado $34 \pm 1,0$ mg/100 g m de muestra de ácido ascórbico para las muestras sometidas a osmodeshidratación y $20 \pm 0,8$ mg/100 g muestra para la muestra osmodeshidratada con previo escaldado. Concluye que la osmodeshidratación disminuye el contenido nutricional de la uchuva, y las pérdidas son mayores en el escaldado previo. (p. 2-8).

Bustos, (2015) en su investigación determinó el efecto de la deshidratación osmótica sobre la capacidad antioxidante en el tomate de árbol amarillo y morado (*Cypomandra betacea*). Realizo la deshidratación osmótica con azúcar (50 ° Brix y 70 °Brix) y temperatura (19.2°C-60°C)

finalizando la osmodeshidratación determino la capacidad antioxidante por los métodos ABTS, DPPH. Donde reporta $(42.22 \pm 1.46 \text{ g}/100 \text{ g}$ de muestra) de capacidad antioxidante DPPH para el tomate de árbol amarillo y $(62.98 \pm 0.87 \text{ g}/100 \text{ g}$ de muestra) para el tomate de árbol morado siendo esta la que presento mayor valor. Finalmente menciona que la concentración del jarabe y la temperatura son las que influyen en el proceso de osmodeshidratación sobre la capacidad antioxidante. (p. 27-43)

Cortez, (2020) en su investigación evaluó el efecto de las variables de proceso en la impregnación al vacío sobre los atributos de calidad de manzanas frescas cortadas. Realizo la osmodeshidratación con impregnación al vacío a 67.7mbar y sacarosa de 30 °Brix, evaluando a los 0 y 7 días de almacenamiento a 15°C. Con respecto al efecto de los tiempos de proceso sobre los compuestos bioactivos, determino que el contenido de ácido ascórbico total se incrementa a medida que aumentan el tv y tr, en el 0 día la muestra presento 8.66 mg Áa/g.m y en el día 7 presento $5.57 \pm 1.35 \text{ mg Áa/g.m}$ con una retención de 64 %. Por otra parte, la capacidad antioxidante DPPH, también se incrementó a medida que aumentaron los tiempos de tratamiento (tv y tr) en más del 100%. En cuanto a la impregnación por vacío, concluye que es una alternativa para la obtención de alimentos mínimamente procesados con un tiempo de vida útil extendida y potencial saludable. (p. 147)

Chuquipoma, (2018) en su investigación estudio de la cinética de osmodeshidratación aplicando vacío en aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). Determino el efecto de la temperatura, concentración osmótica, acidez y presión de vacío durante la deshidratación osmótica con relación fruta/solución de 1:4 durante 180 minutos de proceso, a diferentes temperaturas (40, 50 y 60 °C), concentración osmótica (30, 40 y 50 °Brix), y presión de vacío (200, 300 y 400 mmHg). Como resultado para el aguaymanto osmodeshidratado reporto que los mejores

tratamientos fueron T1, T7 y T8 con un índice de color (IC) de 6.419, 6.127 y 6.115. Concluye que los diferentes tratamientos de osmodeshidratación al vacío generaron cambios significativos (p-valor < 0.05) sobre los análisis fisicoquímicos (humedad, sólidos solubles, pH, índice de acidez y color al final del proceso).

Doun y Nattaya, (2021) determinaron el efecto de la deshidratación osmótica (OD) en combinación con técnica de impregnación al vacío (VI) en el comportamiento de transferencia de masa de la piña (*Phula*). Sumergieron rodajas de piña de 10 mm de espesor en soluciones de sacarosa de 55 y 65°Brix a presión atmosférica y presiones de vacío de 250 mmHg (y 450 mmHg). Como resultado reporto (223.51 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$) de capacidad antioxidante DPPH, demostrando que los parámetros óptimos para aumentar la absorción fueron a 65°Brix de solución de sacarosa durante 300 minutos y presión de vacío de 450 mmHg.

Fernández, (2007) en su investigación determino la capacidad antioxidante y los fenoles totales de aguaymanto (*Pysalis peruviana*) sometido a deshidratación osmótica. El aguaymanto fue osmodeshidratado en jarabe de sacarosa a concentraciones de 40,50 y 60 ° Brix con temperaturas de 40,50 y 60 °C. Determino la capacidad antioxidante mediante el método DPPH y los fenoles totales por el método Folin- Ciocalteu. Los resultados reportados en cuanto a la capacidad antioxidante fueron mayores en el T1, T2, T3 (13.73 \pm 2.43, 15.40 \pm 0.86 y 12.9 \pm 2.77) $\mu\text{mol Trolox /g}$. finalmente concluye que los frutos de aguaymanto osmodeshidratados revelo una amplia gama de capacidad antioxidante y fenoles. (P.18-21)

Geetha et al., (2015) en su investigación “Cuantificación del contenido de vitamina C del fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*)”. Realizo la cuantificación de la concentración de vitamina C encontrando 33.6 mg / 100 g en la fruta fresca, la cuantificación de fenoles totales fue de 190.0 mg de estándar de ácido gálico / 100 g de fruta fresca y beta caroteno 1.72 $\mu\text{g/g}$ de

fruta fresca. Concluyeron que (*Solanum betaceum Cav.*) tiene una cantidad significativa de carotenoides que contribuyen a la actividad antioxidante de la fruta, demostrando así que el fruto es una de las fuentes ricas de propiedades antioxidantes, así como de vitaminas y minerales que pueden mejorar la salud humana (p.63-64).

Huaman y Ninahuanca, (2017) “evaluaron la pérdida de β -carotenos en la osmodeshidratación de aguaymanto (*physalis peruviana l*) con una solución de Stevia”. Realizo diferentes experimentos en Concentración (% p/p), Relación fruto/solución y Tiempo (h) reporto el valor de β -carotenos que obtuvo 1.288 mg/100 g y 0.7548 mg/ 100 g con 54.8 % y 32.11% de retención. Los resultados mostraron mayor preservación de β -carotenos a niveles de concentración de la solución de Stevia de 30% p/p, tiempo de osmodeshidratación de 18 horas y relación de peso fruto/solución que fue de 1/3. (p. 51-55).

Martínez, (2012) en su investigación “Efecto de la concentración y la temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*). Determinó la variación de peso y humedad de la fruta, y °Brix, pH en el jarabe cada 60 minutos. Además, realizó el cálculo del coeficiente de Difusividad. Dichas respuestas determinaron mayores valores al trabajar con los niveles más altos. A un nivel de significación de $\alpha=0,05$ encontró que los dos factores influyen significativamente en el proceso, así y en forma general se establece que los dos factores se relacionan de manera directamente proporcional con los valores de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos, notándose un predominio de la temperatura sobre la concentración de la solución osmótica. (pág. 54).

Mejia y Reina, (2015) en su investigación “Impregnación al vacío de fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp y Endl.*) En manzana” donde avaluó un extracto clarificado – concentrado de FOS de yacón y su aplicación en rodajas de manzana a través de

la impregnación al vacío. Los resultados mostraron que, en todos los tratamientos de impregnación, los snacks de manzana retuvieron cantidades significativas de FOS a dos temperaturas (25y 35 °C) comparados con el control. De esta manera, se comprueba que la tecnología de impregnación al vacío permite el desarrollo de alimentos funcionales influyendo así también en sus propiedades físicas y químicas (p. 57).

Meneses, (2016) en su investigación optimización de los parámetros de osmodeshidratación y secado por convección para la retención de carotenos del zapallo loche (*cucúrbita moschata dutch*). Optimizo los parámetros del proceso de osmodeshidratación para la retención de los carotenoides totales, aplicando en método de e de respuesta a través del diseño compuesto central rotatable (dccb), evaluando tres variables operacionales en la DO.: temperatura, tiempo y concentración de sacarosa. Los parámetros óptimos obtenidos del DO. Fueron temperatura = 50°C; tiempo de inmersión = 107.49 minutos y concentración de sacarosa = 55°brix, los cuales degradan significativamente los carotenos, lográndose retener de 32.11 % a 7.4% de carotenos totales durante todo el proceso. (p. 83-108)

En su estudio, Mierzwa et al., (2022) determinaron el efecto de la impregnación al vacío (VI) sobre el enriquecimiento de ácido ascórbico en frutos de arándano. La evaluación del proceso se basa en el análisis de la eficiencia de impregnación, parámetros de calidad seleccionados y cambios estructurales internos. Menciona que la VI procede eficientemente con arándanos tratados térmicamente o cortados en dos. La presión y la duración de las distintas etapas del proceso también afectan a la eficacia de la impregnación. Concluyendo que cuanto menor sea la presión y/o mayor sea el tiempo de impregnación, mayor será el contenido de ácido ascórbico de la fruta y que VI es un método efectivo para enriquecer bayas duras con compuestos valiosos.

Pucuhuayla y Valdivieso, (2018) determinaron el efecto de los tratamientos de osmodeshidratado (OD) y secado por aire caliente (SAC) en la capacidad antioxidante, β -caroteno, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola (*Averrhoa carambola L.*). Las láminas de carambola (5mm) fueron osmodeshidratadas con sacarosa a 65°Brix por 4 horas a temperatura ambiente. Realizo dos tratamientos el ODL Y SACL en el tratamiento osmodeshidratado liofilizado obtuvo una capacidad antioxidante de $3,7104 \pm 0,0048$ mol DPPH/100 g BH y $3,8680 \pm 0,0311$ mol Trolox/100 g BS. Demostrando que el tratamiento DOL reduce en menos cantidad la capacidad antioxidante y presenta una menor rehidratación.

Pérez y Supho, (2019) determinaron el efecto de la concentración de la solución osmótica, el tamaño de la muestra y la presión de vacío sobre los cambios de masa, agua, sólidos solubles, difusión efectiva durante la deshidratación osmótica. Realizaron la osmodeshidratación en relación fruta: de 1: 4, concentraciones de 40 °Brix y 60 °Brix, a presión atmosférica 570 mmHg, y con pulsos de vacío de 300 mmHg y 400 mmHg. Determinó que el tamaño de la muestra juega un papel relevante, obtuvo mejores resultados con el proceso a presión de pulso de vacío que a presión atmosférica. Según el análisis estadístico mediante diseño factorial estadístico, los mejores resultados que obtuvieron fue a una presión de vacío de 400 mmHg, una concentración de 60 °Brix y un tamaño de muestra de 1 cm. Concluyendo que el tamaño de la muestra, la presión y la concentración de la solución osmótica, resultan altamente significativas en el proceso de osmodeshidratación.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1.Bases teóricas

3.1.1. Sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

El sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) pertenece a la familia Solanáceae, la cual se encuentra ampliamente distribuida en el territorio del Perú, según Orihuela, (1993) el sachatomate crece a los 1500 a 3000 msnm; sin embargo presenta mayor fructificación entre los 1500 y 2800 msnm. (León y Vitieri, 2004).

Figura 1.

Frutos de Solanum Betaceum Cav.



3.1.1.1. Clasificación botánica

El nombre común es tomate de árbol, que proviene de la especie botánica “*Solanum Betaceum Cav*”, de la familia “Solanaceae”. Esta familia posee alrededor de 90 géneros y más de 2600 especies, las cuales en su mayoría se encuentran en la zona tropical. Muchas de estas especies se utilizan comercialmente, siendo las más relevantes el tabaco, los pimientos, los pepinos frutales y el sachatomate. La prevalencia de este tipo de especies radica en que son altamente susceptibles al daño por heladas y frío (INIAP, 2013).

3.1.1.2. Clasificación taxonómica de la especie

León y Vitieri (2004), establece que la clasificación botánica del sachatomate es la siguiente:

Tabla 1.

Clasificación botánica del sachatomate

Reino	Vegetal.
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Metaclamideas
Orden	Tubifloras
Familia	Solanáceae
Género	Solanum.
Nombre Científico	<i>Solanum betaceum Cav</i>
Nombre Común	Sachatomate
Sinónimos	Tomate de árbol, tomatillo, berenjena

Fuente: (León y Vitieri, 2004)

3.1.1.3. Variedad Rojo-purpura

Este fruto tiene una piel de color morado intenso con ligeras franjas verticales de color verde, pulpa de color anaranjado y mucílago de color morado es por ello que el zumo es también morado. El fruto es redonda u ovalada, tiene un peso comprendido entre 60 y 100 g y su sabor es más ácido que el de los frutos amarillos (Tito , 2019, p. 27).

Figura 2.

Frutos de sachatomate variedad purpura.



3.1.1.4. Características fisicoquímicas de la pulpa del sachatomate

Herrera (2018), reporta las características fisicoquímicas de la pulpa del sachatomate ver (Tabla 2). Donde se presentan los resultados de pH, sólidos solubles, acidez, índice de madurez, carotenoides totales, vitamina C y actividad antioxidante. (p.39).

Tabla 2.

Características fisicoquímicas de la pulpa de sachatomate en 100g.

Características	Cantidad
pH a 20 ° C	3.5267
Sólidos solubles (°Brix)	11.4333
Acidez titulable (% de ac. ascórbico)	1.6341
Índice de madurez (SST/acidez)	6.9967
Carotenoides totales (mg de β carotenos/100g de muestra)	62.2227
Vitamina C (mg de ac. ascórbico/100g de muestra)	20.7073
Actividad antioxidante (%)	35.5721

Fuente: (Herrera , 2018)

3.1.1.5. Composición química y su aprovechamiento alimenticio

El fruto del sachatomate se utiliza de muchas formas, principalmente como fruta fresca en jugos, batidos, sándwiches, ensaladas (de frutas y verduras), etc.; para el uso directo, se suelen retirar las partes internas del exocarpio y del mesocarpio, ya que estas partes del fruto tienen un sabor amargo. También se utilizan para hacer pasteles, helados, gelatinas, mermeladas, cócteles y jugos envasados (Prohens y Nuez, 2000).

Tabla 3.

Composición química de los frutos de sachatomate en 100 g de muestra.

Características	Unidad de medida	de	Rango
Sólidos solubles	°Brix		9,4 – 13,5
pH			3,2 – 3,85
Acidez total	%		1,0 – 2,4
Humedad	g		81,0 – 89,0
Proteínas	g		1,5 – 2,5
Grasa	g		0,05 – 1,28
Glucosa	g		0,45 – 1,22
Fructuosa	g		0,61 – 1,5
Sacarosa	g		0,3 – 2,97
Fibra	g		1,4 – 6,0
Ácido cítrico	g		1,27 – 1,8
Ácido málico	g		0,05 – 0,15
Ácido químico	g		0,4 – 0,8
Ceniza	g		0,05 – 1,5
Vitamina A	I.U.		540 – 2475
Vitamina B	mg		0,20 – 0,58
Vitamina C (ácido ascórbico)	mg		19,7 – 57,8
Vitamina E	mg		1,8 – 3,5
Sodio	mg		0,6 – 8,9
Potasio	mg		290 – 495
Calcio	mg		3,9 – 14,5
Magnesio	mg		19,7 – 24,0

Hierro	mg	0,32 – 0,94
Cobre	mg	0,05 – 0,2
Zinc	mg	0,1 – 0,2
magnesio	mg	19,7 – 24,0
Fósforo	mg	32,0 – 40,2

Fuente: (Boyes, 1997; Pileri, 1989; Romero, Vázquez y López, 1994; Vasco et al., 2009)

3.1.1.6. Fitoquímica del sachatomate

El valor nutricional del sachatomate es importante porque contiene varios componentes que hacen un aporte importante a la nutrición humana, principalmente provitamina C y vitaminas A, B6, E de la parte comestible. Los estudios muestran que comer una fruta puede proporcionar más del 5% de la ingesta diaria recomendada; De manera similar, comer una o dos frutas al día puede proporcionar más del 5% por ciento de otros nutrientes, como hierro, magnesio y potasio. (Vasco, 2009, p. 278)

Según Ordóñez y Yoshioka, (2012), se ha determinado que contienen compuestos fenólicos, especialmente flavonoides como antocianinas, flavonas y flavonoles. En este sentido, los productos y subproductos del sachatomate (considerando la pulpa, el jugo, la cáscara y las semillas) pueden proporcionar un valor agregado significativo que destaca los posibles intereses nutricionales, médicos, industriales y económicos. (p. 81-83).

Por su parte Ordóñez et al., (2013), en cuanto a la evaluación del potencial antioxidante del fruto de esta especie, con diferentes alternativas (con y sin tratamiento térmico: cocción, maceración, jugo y pulpa fresca) identificaron diferentes propiedades que son principalmente esenciales para obtener un alimento funcional. también se determinó que los componentes responsables de la actividad antioxidante (antocianinas, flavonoides y flavonoles) son resistentes al calor, por lo que pueden ser utilizados en la elaboración de mermeladas y jaleas (p. 44 -51).

3.1.2. Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica es una técnica que permite la eliminación parcial del agua de los tejidos de alimentarios en una solución hipertónica, sin dañar el alimento ni afectar negativamente a su calidad (Della y Mascheroni, 2011). El objetivo principal de la deshidratación de los alimentos es alargar su vida útil al reducir el contenido de humedad, lo que reduce la actividad del agua, lo que inhibe el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, factores que causan el deterioro de los alimentos (Ceballos, 2005).

La deshidratación osmótica es el pretratamiento más común usado antes del secado por aire caliente (Martínez, 2012). Básicamente, el proceso consiste en poner el alimento en contacto con una solución de azúcar o sal y permitir la difusión del agua del producto.

3.1.2.1. Ósmosis.

La ósmosis es el flujo de agua a través de una membrana semipermeable causado por diferencias en las concentraciones de soluto. Las membranas semipermeables permiten el paso del agua y otras sustancias de bajo peso molecular mientras retienen sustancias de alto peso molecular como los azúcares (Barbosa y Vega, 2000, p.297).

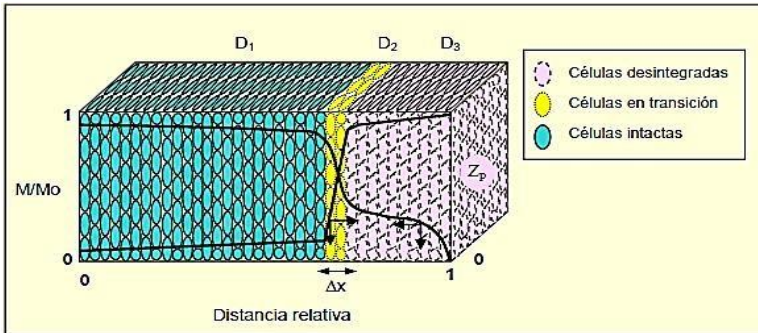
3.1.2.2. Mecanismo de la osmodeshidratación.

La osmodeshidratación se basa eliminar el agua de los alimentos. Esta remoción se produce por la difusión. La difusión de agua u otros líquidos o gases a través de sistemas no biológicos homogéneos son fáciles de describirse y modelarse matemáticamente. La complejidad surge cuando el medio en el que se difunde el agua es muy heterogéneo y cambia durante el desarrollo de la difusión. El alimento es un sistema biológico heterogéneo, por lo que los procesos seguidos durante la difusión del agua y la velocidad de deshidratación son muy variables y dependen de

la composición de los tejidos y la disposición celular de la estructura del alimento (Barbosa y Vega, 2000, p.298).

Figura 3.

Mecanismo de osmodeshidratación en un material biológico



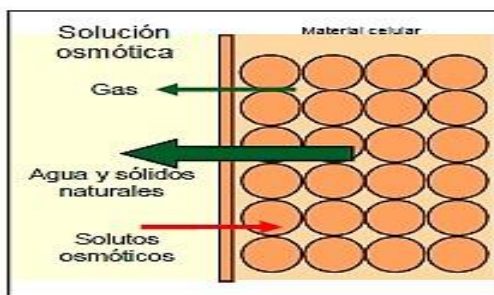
Fuente: (Rastogi et al., 2002).

3.1.2.3. Transferencia de masa en osmodeshidratación

La deshidratación osmótica implica dos flujos de transferencia de masa muy importantes. El primero es el movimiento de agua desde el alimento al medio, y el segundo es el flujo de solutos desde el medio al tejido alimentario. Así, la deshidratación osmótica es un proceso de transferencia de masa por difusión inversa molecular; es decir, la difusión de agua se acompaña de la difusión simultánea de solutos desde la solución al tejido en dirección opuesta. (Figura 04) (Shi y Le, 2002,p.305).

Figura 4.

Transferencia de masa en un material celular inmerso en una solución osmótica.



Fuente: (Shi y Le, 2002).

3.1.2.4. Cinética de la deshidratación osmótica

Según Suca, (2008), La cinética de deshidratación osmótica y los principales fenómenos macroscópicamente se describe generalmente por los siguientes términos: ganancia de sólidos, pérdida de peso y pérdida de agua. (Giangiacomo *et al.*, 1987) citado por (Pérez, 2021), definen que la pérdida de agua en la deshidratación osmótica es la cantidad de agua que se difunde de la fruta hacia la solución osmótica y la ganancia de sólidos como la cantidad de soluto que se desplaza de la solución osmótica hacia la fruta menos la cantidad de sólidos de fruta que penetra a la solución, siendo estos sólidos despreciables.

Della y Mascheroni, (2011); (Wais , 2011). Mencionan que en el proceso de deshidratación osmótica la transferencia de masa es monitoreada por la variación en el tiempo de pérdida de agua, ganancia de sólidos y pérdida de peso a continuación se detallan las ecuaciones que nos permiten determinar estos fenómenos.

- Pérdida de peso (PP)

$$PP(\%) = \left(\frac{m_i - m_f}{m_i} \right) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

- Pérdida de agua (PA)

$$PA(\%) = \left[\left(1 - \frac{ST_0}{100} \right) - \left(1 - \frac{ST}{100} \right) \left(1 - \frac{PP}{100} \right) \right] \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

- Ganancia de sólidos (GS)

$$GS(\%) = \left[\left(1 - \frac{PP}{100} \right) \times \frac{ST}{100} - \frac{ST_0}{100} \right] \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

PP (%): Porcentaje de pérdida de peso

PA (%): Porcentaje de pérdida de agua

GS (%): Porcentaje de ganancia de solidos

mi: Masa inicial de la muestra fresca en (g)

mf: Masa final de la muestra deshidratada osmóticamente a tiempo t en (g)

ST0: Contenido de solidos iniciales (°Brix)

ST: Contenido de solidos (°Brix) para determinado tiempo, t

3.1.2.5.Difusión

Jamen et al., (1988) describieron la difusión como un fenómeno físico que involucra el transporte de sustancias entre dos medios de diferentes concentraciones. Aunque en la mayoría de los casos esto se aplica al transporte de materia, también se aplica al transporte de partículas, generalmente el proceso de difusión está sujeto a la ley de Fick. Las membranas permeables permiten el paso de partículas y disolventes, favoreciendo siempre los gradientes de concentración. Difusión, un proceso que no requiere aporte de energía.

3.1.2.6.Modelo de crank

Consiste en un grupo de soluciones de la ley de difusión de Fick para diferentes geometrías, condiciones límite y condiciones iniciales desarrolladas por Crank. Este modelo ha sido empleado por muchos autores ya que es el modelo fenomenológico más conocido para representar el mecanismo difusional (Giraldo et al., 2003, p. 297).

Pérez Ayma, (2021), La segunda ley de Fick para la difusión unidireccional en estado no estacionario, para placas planas o rebanadas longitud infinita está dada por:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{ef} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

C : Concentración

t : tiempo

D_{ef} : Difusividad efectivo

x : distancia desde el centro de la placa (dimensión en la que se produce la difusión) Para las siguientes suposiciones y condiciones límites:

$$C = C_0 \text{ a } t = 0 \text{ } -L < x < +L$$

Donde L es el semi-espesor de la placa y C_0 es la concentración inicial

$$C = C_1 \text{ a } t > 0 \text{ } x = \pm L$$

Donde C_1 : la concentración en el seno del fluido.

Pérez, (2021). La solución en la ecuación (4) para la difusión de solutos se detallan a continuación según (Crank, 1964) mencionada por, (Della y Mascheroni, 2011).

Difusión de solidos o solutos

$$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left\{ -D_{e,ss} (2n+1)^2 \frac{\pi^2}{4L^2} t \right\} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

S : concentración de sólidos solubles en el producto

$D_{e, ss}$: Difusividad efectiva de solidos

n : es el número de término de la serie.

0 , t y e son las condiciones iniciales, a cualquier tiempo t y al equilibrio, respectivamente.

Según (Pérez, 2021), considero que el espesor es pequeño comparado con la longitud de la rebanada y que el tiempo de secado es largo, se puede aproximar mediante el primer término de la serie y aplicando propiedades de logaritmo se obtiene la siguiente ecuación, que ayuda a determinar la difusividad efectiva de agua y sólidos, (Clemente , 2003), (Martinez, 2012) y (Vega *et al.*, 2007) presentan las siguientes ecuaciones mencionadas.

Difusividad efectiva de solidos ($D_{e,ss}$)

$$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(\frac{D_{e,ss}\pi^2}{4L^2} t\right) \dots \dots \dots (6)$$

Aplicando propiedades de logaritmos a la ecuación (6), se obtiene la ecuación (7) donde al graficar $\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$ en función del tiempo se tiene un comportamiento lineal de forma:

$$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right) = \underbrace{\ln\frac{8}{\pi}}_A - \underbrace{\frac{D_{e,ss}\pi^2}{4L^2}}_B * t \dots \dots \dots (7)$$

$$B = \text{pendiente} = \frac{D_{E,SS}\pi^2}{4\left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$A = \text{Coeficiente lineal} = \frac{8}{\pi}$$

Donde:

S_t = Concentración de sólidos solubles (°Brix) del alimento a un tiempo.

S_e = Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix).

S_0 = Concentración de sólidos solubles iniciales en el alimento en el jarabe ($^{\circ}$ Brix) a un $t = 0$

$D_{e,w}$ = Difusividad efectiva de agua, (m^2/s).

$D_{e,ss}$ = Difusividad efectiva de soluto que ingresa al sólido, (m^2/s).

t = tiempo (s)

L = la mitad del espesor del producto a deshidratar (m)

3.1.2.7. Factores que influyen en la deshidratación osmótica.

La transferencia de masa durante la deshidratación osmótica ocurre a través de las membranas y paredes celulares. El estado de las membranas celulares puede variar de parcialmente a totalmente permeable. Este fenómeno puede llevar a cambios significativos en la arquitectura de los tejidos. Durante la remoción osmótica de agua de los alimentos, el frente de deshidratación se mueve desde la superficie que está en contacto con la solución hacia el centro. El esfuerzo osmótico asociado puede resultar en la desintegración celular. La causa más probable del daño celular puede atribuirse a la reducción de tamaño causada por la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica, resultando en la pérdida de contacto entre la membrana celular externa y la pared celular (Della y Mascheroni, 2011, p.12).

a. Naturaleza del alimento

La naturaleza celular interna de los alimentos y su porosidad aumenta o disminuye dependiendo de la velocidad de transferencia de soluto y agua durante la deshidratación osmótica (Apaza, 2007).

b. Tamaño y forma del alimento.

El tamaño y la forma del alimento en el proceso son factores que determinan la superficie total del alimento en contacto con la solución. Si se introducirían los alimentos en forma entera, sería imposible obtener un producto con las propiedades deseadas. Por lo tanto, su tamaño debe reducirse para facilitar la velocidad de deshidratación osmótica (Sharma, Mulyaney y Risvi, 2007).

c. Tipo de agente osmótico.

La elección correcta del soluto osmótico depende de varios factores. La calidad sensorial del producto final se considera uno de los factores de influencia más importantes. Otro criterio a considerar es el costo de los solutos y el grado en que inhiben la actividad del agua. También se debe considerar la solubilidad del soluto en agua (Huaman y Ninahuanca, 2017).

d. Concentración de la solución osmótica

Según Lenart y Flink (1984), la pérdida de agua en el alimento alcanza el nivel de equilibrio osmótico acorde al aumento en la concentración del jarabe osmodeshidratante; debido a la actividad de agua del jarabe es decir la fuerza impulsora de la transferencia de materia. A medida que aumenta la concentración de jarabe, se forma una densa capa de soluto en la superficie del producto, lo que aumenta la ósmosis y reduce la pérdida de nutrientes. En jarabes que contienen solutos de alto peso molecular, se forma una barrera similar incluso a bajas concentraciones (Campos y Flores, 2012).

e. Temperatura de la solución osmótica

La temperatura del proceso es uno de los parámetros más importantes en la cinética de pérdida de agua y la ganancia de sólidos. La ganancia de sólidos se ve menos afectada que

la pérdida del agua por la temperatura, porque los solutos no pueden difundirse a través de las membranas celulares de los tejidos del producto tan fácilmente como el agua a altas temperaturas (Campos y Flores, 2012). A medida que aumenta la temperatura, se produce más pérdida de agua y pérdida de peso. Aunque la tasa de deshidratación aumenta con la temperatura, no debe exceder los 49 °C, ya que el pardeamiento enzimático y la pérdida de sabor pueden ser problemáticos, y las temperaturas superiores a 60 °C puede cambiar el tejido de los alimentos (Repo y Encina, 2008 ,p.74).

3.1.3. Impregnación al vacío

"Este es un método de procesamiento mínimo reciente que aprovecha la microestructura porosa de la matriz alimentaria para reemplazar el gas ocluido en su estructura celular con los solutos en el líquido de impregnación a través de la acción capilar y un gradiente de presión aplicado en todo el sistema" (Ostos et al., 2012).

3.1.3.1.Principios de la impregnación al vacío

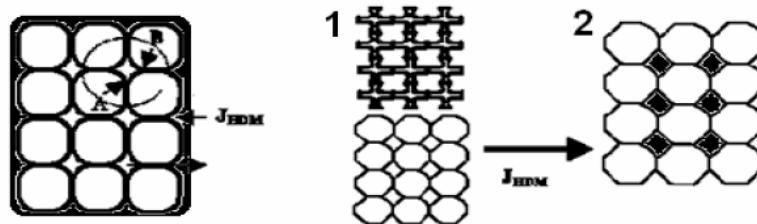
La impregnación al vacío (VI) de productos porosos consiste en el intercambio de gas interno y/o líquido interno atrapado en los poros abiertos debido a un mecanismo hidrodinámico (HDM) impulsado por cambios de presión (Fito, 2001, pp. 297-302).

El mecanismo hidrodinámico (HDM) es el responsable de la incorporación de líquidos externos durante el proceso la impregnación al vacío VI del alimento poroso. (Fito y Pastor 1994) explicaron fenomenológicamente los mecanismos hidrodinámicos basados en estructuras porosas. Según otros autores, cuando un producto se sumerge en un líquido y se somete a una presión sub atmosférica, el gas de sus poros se expande para equilibrar la presión que actúa sobre el sistema, lo que, por un lado, implica un nivel de desgasificación de la estructura porosa

del alimento. La desgasificación depende de la presión aplicada; en cambio, cuando la presión en el sistema está equilibrada, el líquido entra por la acción de las fuerzas capilares. Una vez que se restablece la presión atmosférica, se crea un nuevo gradiente de presión, que actúa como fuerza impulsora para que el líquido ingrese a los espacios intercelulares o poros del producto. La Figura 5 muestra esquemáticamente el fenómeno VI (p.513).

Figura 5.

Mecanismo hidrodinámico durante tratamientos de vacío en sólidos porosos.



Fuente: (Fito y Pastor, 1994) .

3.1.3.2. Aplicaciones de la impregnación a vacío

La VI es una técnica que ha sido diseñada a fin de mantener las características del producto fresco, razón por la que se hace uso de una solución isotónica (Flores, 2005) Alimentos estructurados como frutas y vegetales, tienen una gran cantidad de poros (espacios intercelulares), los cuales son ocupados total o parcialmente por gas o líquido nativo. Esto les da la posibilidad de ser impregnados por una solución determinada y de este modo modificar la composición por la adición de solutos específicos seleccionados: incorporación de ácidos, preservantes, azúcares u otros depresores de la actividad de agua, nutrientes especiales, etc. En este sentido, la impregnación a vacío puede ser considerada como una herramienta en el desarrollo de productos vegetales o frutícolas sin destruir su estructura celular mientras convenientemente se modifica su composición original (Abarat, Chiralt, y Andréz, 1999, p. 341)

3.1.4. Agentes osmodeshidratantes

3.1.4.1. Maltodextrina

La maltodextrina es un polvo de carbohidratos blanco, blando, de baja dulzura, tiene alta solubilidad y dispersabilidad obtenido del maíz, es un oligosacárido que contienen hasta 9 unidades de glucosa, con un peso molecular en el rango de 1000 a 10000 g/mol son producidas para su uso comercial y se obtienen a partir de una hidrólisis parcial (descomposición) del almidón. Son menos dulces que los monosacáridos o los disacáridos. Actualmente está comprobado que al menos el 55% de las calorías diarias que ingerimos deberían provenir de los carbohidratos. (Ficha técnica de Acofarma 2000, p.2-3)

3.1.4.2. Sacarosa

La sacarosa es uno de los solutos más utilizados debido a su efectividad, comodidad y sabor satisfactorio. Inicialmente, el agua se elimina rápidamente de la fruta al exponerse a la sacarosa, ya que el sistema intenta equilibrar la concentración de solutos dentro y fuera de la membrana celular. Debido a este intercambio, el jarabe tiene un distintivo sabor a fruta fresca y puede usarse como jarabe de mesa o jarabe enlatado. El azúcar tiene un peso molecular de 342,30 g/mol y se puede clasificar por origen (caña de azúcar, remolacha) y grado de refinamiento. El refinado suele expresarse visualmente por el color (azúcar moreno, azúcar rubio, azúcar blanco), que viene determinado principalmente por el porcentaje de sacarosa extraído (Martinez, 2012, p. 33).

3.1.4.1. Miel de abeja

La miel es una sustancia con sabor natural producida por abejas o varias subespecies a partir del néctar y otras secreciones extra florales, transportada, transformada, combinada con otras

sustancias, deshidratada, concentrada y almacenada en la colmena. La composición de la miel depende principalmente del aporte de diversos factores como las plantas, el suelo, el clima y las condiciones ambientales. (Ulloa et al., (2010). El principal producto producido por las colonias de abejas es la miel, producto con propiedades fisicoquímicas muy específicas e interesantes.

La proporción de diferentes azúcares de la miel afecta decisivamente a sus propiedades físicas y químicas. Los principales azúcares de la miel son la DDD-levulosa (fructosa) y la dextrosa (glucosa), y constituyen una media del 77 % de lo que llamamos miel. Otros azúcares presentes son; disacáridos como sacarosa, maltosa y melezitosa (Rojas, 2011, pp. 23-24).

Tabla 4.

Composición fisicoquímica de la miel de abeja.

Componentes	Rango	Contenido Típico
Agua	14 – 22 %	17 %
Glucosa	28 – 44 %	38 %
Fructosa	22 – 40 %	31 %
Sacarosa	0,2 – 7 %	1 %
Maltosa	2 - 16 %	7,5 %
Otros azucares	0,1 - 8 %	5 %
Proteínas y aminoácidos	0,2 – 2 %	< 1 %
Vitaminas, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos y otros.	0,5 – 1 %	< 1 %

Fuente: Gutiérrez, Rodríguez y Vit, (2008).

3.1.5. Vitaminas

Las vitaminas son nutrientes que promueven el metabolismo de otros nutrientes y mantienen una serie de procesos fisiológicos que son esenciales para todas las células activas, incluidas las plantas y los animales. Se encuentran en cantidades muy pequeñas en los alimentos, desde unos pocos microgramos hasta 200 mg por porción kilogramo, que es 1/10,000 a 1/100, 000,000 de

la dieta. Sin embargo, si su presencia no se detecta, su ausencia junto con una presentación clínica grave e impresionante puede ser bastante notoria (Bourges, 1993). Los problemas causados por su deficiencia se conocen desde las antiguas civilizaciones egipcia, griega y romana; de tal forma que, en el papiro de Ebers, escrito hace 3500 años, se hace referencia a enfermedades como el escorbuto, el raquitismo y la ceguera nocturna; ahora se sabe que estos problemas de salud están relacionados con las deficiencias de vitaminas (Badui, 2006, p. 363).

3.1.5.1. Vitamina C

Varias sustancias son biológicamente activas, como la vitamina C, pero tienen poco valor nutricional, a excepción del ácido L-ascórbico y el ácido L-deshidroascórbico (productos de oxidación del anterior); solo los isómeros L de estas dos vitaminas funcionan por sí mismos, por ejemplo, el ácido D-ascórbico no tiene actividad. El ácido L-deshidroascórbico representa un 80% de la fuerza de la vitamina L-ácido ascórbico. Como ocurre con todas las vitaminas, los niveles de ácido ascórbico en los vegetales varían ampliamente debido a muchos factores relacionados con las prácticas agrícolas (genética, fertilización, exposición solar, riego, etc.), con el manejo pos-cosecha y la preparación para el consumo (Badui, 2006, p. 387).

En términos de valor nutricional, el ácido ascórbico es el ácido orgánico más importante en frutas y verduras. Es un ácido soluble en agua y es sensible al calor y la oxidación. Estas propiedades indican que el ácido ascórbico se destruye fácilmente en presencia de oxígeno o un aumento de la temperatura. La oxidación también depende del pH, siendo la forma ionizada más sensible que la forma no ionizada (Meléndez et al., 2004).

a. Funciones del ácido ascórbico en los alimentos

Además de ser un nutriente esencial, el ácido ascórbico es ampliamente utilizado como aditivo alimentario por sus propiedades antioxidantes y reductoras. El ácido ascórbico inhibe eficazmente el pardeamiento enzimático al reducir los productos de ortoquinona. Otras funciones incluyen: reducción de acondicionadores de masa panaria, protección de ciertos compuestos oxidables (como el folatos) mediante la reducción y eliminación de radicales libres y oxígeno, inhibición de la formación de nitrosaminas en carnes curadas y reducción de iones metálicos. El efecto antioxidante del ácido ascórbico es multifuncional, inhibiendo la auto oxidación de lípidos a través de varios mecanismos; entre ellos: secuestro de oxígeno singulete, reducción de radicales de oxígeno y carbono y formación de radicales libres menos reactivos, ácido sernidehidroascorbato o DHAA, oxidación preferencial del ácido ascorbato, mientras se degrada el oxígeno y se regeneran otros antioxidantes, por la reducción de radicales tocoferoles (Fennema y Tannenbaum, 1993,p.676).

b. Efecto de la temperatura en la degradación del ácido ascórbico

El tratamiento térmico de los alimentos a alta temperatura, si bien evita la posibilidad de deterioro microbiano y reduce la actividad de las enzimas, afecta la calidad del producto, provocando la pérdida de componentes termolábiles y sensibles al calor, responsables de las propiedades organoléptica y valores nutricionales de los alimentos. (Acevedo et al., 2002) La vitamina C es una de las vitaminas hidrosolubles más inestables. No es particularmente resistente al calor en presencia de oligometales como el cobre y el hierro. Además, el ácido ascórbico se oxida fácilmente en presencia de oxígeno, y la tasa de oxidación aumenta con el aumento de la temperatura, por lo que

se utiliza como indicador químico para evaluar el procesamiento de frutas y verduras (Santos y Silva, 2008, p.1431)

3.1.5.2. Vitamina A

La vitamina A o también conocida como retinol o anti enfermedades oculares es todo compuesto con actividad biológica denominado “todo trans-retinol”. Los alimentos amarillos que contienen la provitamina caroteno se convierten en retinal en las células de la mucosa del intestino delgado, y el retinal se convierte en retinil y luego se esterifica. La mayor parte del retinol en el cuerpo se almacena en el hígado en forma de palmitato de retinil. Se libera al torrente sanguíneo como retinol unido a proteína fijadora de retinol y prealbúmina (transretina) (Palencia, 2010, p. 370).

a. Carotenoides

Estos compuestos están ampliamente distribuidos en las plantas como pigmentos rojos, naranjas y amarillos. El betacaroteno es el carotenoide más conocido y se encuentra en casi todas las frutas y verduras de color naranja, así como en las verduras de hoja verde. El betacaroteno es un precursor de la vitamina A (Palencia, 2010).

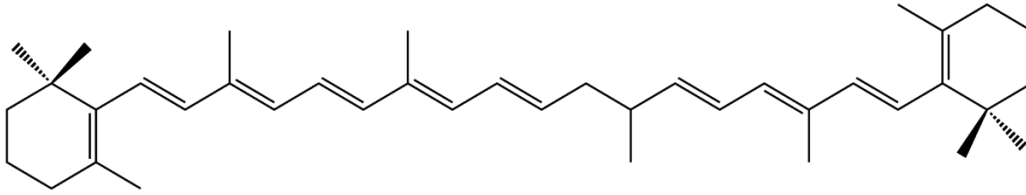
b. β -caroteno

El β -caroteno es un miembro de la familia de los carotenoides, que son compuestos solubles en grasa altamente pigmentados (rojo, naranja o amarillo) que se encuentran naturalmente en muchas frutas, granos, aceites y vegetales (Goltz, 2013, p. 33).

En términos generales, los principales componentes activos de la vitamina A en las frutas son los carotenoides, especialmente la α -caroteno, el β -caroteno y la β -criptoxantina, de los cuales el β -caroteno es el más abundante. (Puente, 2011, p. 1733).

Figura 6.

Estructura química del β -caroteno.



Fuente: (Puente, 2011)

c. Funciones para la salud

El β -caroteno es una fuente importante de vitamina A asimilable, que es esencial para el crecimiento, desarrollo, la función inmunológica y la vista (Institute of Medicine, 2000).

El β -caroteno tiene propiedades antioxidantes que pueden ayudar a neutralizar los radicales libres, moléculas de oxígeno reactivas que dañan los lípidos de la membrana celular y el material genético, lo que conduce al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer (Russell, 1999, p. 426).

d. Degradación de la vitamina A

Estas vitaminas son sensibles a los mismos factores, de los cuales la vitamina A es la más sensible. Hasta 1971, solo se conocía la degradación del caroteno por alta temperatura, oxidación química y oxidación catalizada por la luz, por lo que no se describieron pérdidas significativas de caroteno en frutas y verduras procesadas. Ese año, Sweeney y Marsh demostraron la isomerización del caroteno durante el tratamiento térmico intermedio de la forma trans a la forma cis, que es menos activa biológicamente. Estos autores concluyeron que los vegetales verdes, que contienen principalmente β -

caroteno, pierden 15-20% de su actividad de vitamina A (King y Saturnino , 1987,p.143-142)

En este sentido, Fennema et al., (2000) describieron que la degradación de los carotenoides puede ocurrir a través de la oxidación directa o la acción de los radicales libres durante el procesamiento de los alimentos, a menudo debido a la exposición al oxígeno, lo que requiere un manejo adecuado; la degradación también puede ocurrir durante el almacenamiento. La pérdida de la actividad de la vitamina A en los retinoides y carotenoides de los alimentos ocurre principalmente a través de reacciones que afectan las cadenas laterales de los isoprenoides insaturados, como la oxidación y la isomerización geométrica, que pueden ser inducidas por el calor, la luz y el ácido.

3.1.5.3. Retención de vitaminas

Optimizar la retención de nutrientes es responsabilidad del productor de alimentos, actuando en interés mutuo de la industria y los consumidores para reducir la pérdida de nutrientes en los hogares, las instituciones y los servicios minoristas. Esta es una oportunidad que no debe desperdiciarse (Fennema y Tannenbaum, 1993,pp.724-725).

Muchos procedimientos de optimización de la retención de vitaminas se basan en las propiedades físicas y químicas de los nutrientes específicos involucrados. Por ejemplo, el uso de agentes acidulantes debería aumentar la estabilidad de la tiamina y el ácido ascórbico si son compatibles con el producto, pero bajar el pH puede disminuir la estabilidad de algunos folatos. La cocción comercial y procesada térmica que reducen la exposición al oxígeno y el uso de líquidos residuales pueden reducir la oxidación de muchas vitaminas y la lixiviación de vitaminas y mineral. En muchos casos, la alta temperatura y el corto tiempo (HTST) dan como resultado una menor degradación de vitaminas que el tratamiento térmico tradicional (deterioro

microbiano) con una intensidad de calor equivalente. Además, la combinación de ingredientes puede aumentar la retención de varios nutrientes (por ejemplo, la presencia de antioxidantes naturales contribuye a la retención de muchas vitaminas), (Fennema y Tannenbaum, 1993,p.726).

3.1.6. Antioxidantes

Según Fennema et al., (2000), los antioxidantes son sustancias que retrasan el inicio de la oxidación de sustancias oxidables o reducen la tasa de oxidación, inhiben la formación de radicales libres en la etapa inicial o interrumpen la cadena de propagación de los radicales libres. La eficiencia antioxidante está relacionada con muchos factores, como la energía de activación, la constante de velocidad, el potencial redox, la facilidad de destrucción del antioxidante y las propiedades de solubilidad. Además, su eficacia está influenciada por su capacidad para retrasar o detener una reacción en cadena, su volatilidad y su naturaleza anfífilico (p.683).

Los antioxidantes previenen el daño del tejido, inducido por los radicales libres al prevenir la formación de radicales libres, secuestrar o prevenir la descomposición de los radicales libres y prevenir el daño oxidativo. En respuesta a este daño, desarrollan defensas antioxidantes complejas y los antioxidantes dietéticos forman una gran parte de esta defensa. Esto sugiere que consumir altas cantidades de nutrientes antioxidantes en la dieta es beneficioso para la salud (Cañas, 2000, p. 50).

Repo y Encina (2008) mencionan que la madurez afecta directamente el contenido de compuestos bioactivos, debido a que el proceso de biosíntesis se forma durante la maduración, dando como resultado un aumento de carotenoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico, etc. compuestos bioactivos que al encontrarse en mayor cantidad en el fruto conllevan a dar una mayor capacidad antioxidante al fruto; y en conclusión, la actividad antioxidante aumenta con

la maduración del fruto, y se encontró que los fenoles totales, ácido ascórbico, licopeno y β -caroteno aumenta en el pimiento (pág.119).

3.1.6.1. Capacidad antioxidante

Según Antolovich et al., (2002) citado por Zorrilla, (2015) La capacidad antioxidante no se puede medir directamente, sino por el efecto de los antioxidantes en el control del estado de oxidación. Estos métodos muestran una gran diversidad. Los componentes de la oxidación son sustratos, oxidantes e iniciadores, productos intermedios y finales; las mediciones de cualquiera de estos pueden usarse para evaluar la actividad antioxidante.

Según Zorrilla , (2015), los métodos para medir la capacidad antioxidante se dividen básicamente en dos grupos según el mecanismo de reacción: métodos basados en la transferencia de átomos de hidrógeno (TAH) y métodos basados en la transferencia de electrones (TE) (Huang et al., 2005; citado en Zulueta et al., 2009). La mayoría de los ensayos basados en TAH utilizan un protocolo competitivo en el que los antioxidantes y los sustratos compiten por los radicales peroxilo generados térmicamente a través de la descomposición de los compuestos azoicos. El ensayo basado en TE mide la capacidad de un antioxidante para reducir un oxidante que cambia de color tras la reducción. La intensidad del cambio de color está relacionada con la concentración del antioxidante en la muestra. Las pruebas de Capacidad Antioxidante Equivalente Trolox (ABTS) y Capacidad Antioxidante Radical de Oxígeno (ORAC) son los métodos más utilizados para TE y TAH, respectivamente (Zulueta et al., 2009)

3.1.7. Color

El color es una característica importante de las frutas, ya que esta característica atrae la atención de los consumidores al momento de la compra y juega un papel importante en la selección y

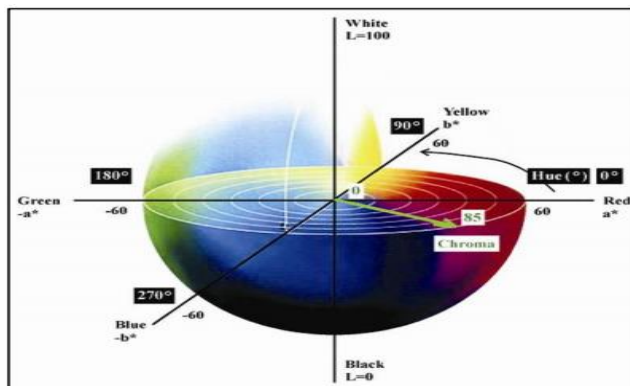
compra del producto; pero el color de los productos procesados debe coincidir con el color de la fruta fresca, para que los consumidores hagan la conexión entre ellos (Ceballos, 2008).

Es la percepción humana de longitudes de onda específicas de la luz reflejada por los objetos. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) define el espacio de color tridimensional como CIE $L^*a^*b^*$ (CIELab) para expresar los colores de manera objetiva. Este modelo de color se usa comúnmente para describir todos los colores percibidos por el ojo humano. Los parámetros L^* , a^* , b^* se miden directamente con un colorímetro (Westland, 2003).

- Luminosidad (L): indica el grado de claridad o brillo de la muestra.
- a^* : componente de color entre verde y rojo. Si la lectura es positiva el color tiene tonos rojos; si el valor es negativo tiene tonos verdes.
- b^* : componente de color entre amarillo y azul. Si la lectura es positiva es de tono amarillo, si es negativa es de tono azul.

Figura 7.

Muestra el espacio de color de CIELAB, Luminosidad, a^ , b^**



Fuente: (Meunier, Kell, Cochrane y Koncar, 2011)

3.1.7.1. Color del tomate de árbol

Norkys y Manzano, (2009) quienes mencionan el origen del color en el jugo y la pulpa de tomate de árbol, es comprensible, sabiendo que este color es causado por pigmentos presentes en el arilo gelatinoso alrededor de las semillas y no guiarse por el color exterior de la corteza o cascara de fruto. Estos pigmentos pueden ser una fuente potencial para la producción de colorantes vegetales.

3.2. Marco conceptual

- **Sachatomate “Rojo-purpura”.**

El fruto tiene la piel de color morado oscuro con pequeñas rayas verdes verticales, pulpa anaranjada y mucílago morado, por lo que el jugo también es morado. Los frutos son de forma redonda u ovalada, pesan de 60 a 100 g y tienen un sabor más ácido que los frutos amarillos (Tito, 2019, p. 27).

- **Osmodeshidratación.**

Es una técnica que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos en una solución hipertónica, sin dañar el alimento y afectar desfavorablemente su calidad (Della y Mascheroni, 2011).

- **Impregnación al vacío.**

Es una técnica reciente de procesamiento mínimo que aprovecha la microestructura porosa de las matrices de los alimentos, para reemplazar el gas ocluido en su estructura celular por solutos contenidos en un líquido de impregnación mediante acción capilar y gradientes de presión impuestas en el sistema (Ostos et al., 2012).

- **Difusión.**

El fenómeno físico del movimiento de sustancias entre dos ambientes de diferentes concentraciones. Aunque en la mayoría de los casos esto se aplica al transporte de materia, también se aplica al transporte de partículas, generalmente el proceso de difusión obedece a la ley de Fick. (James et al., 1988).

- **Maltodextrina.**

Es un carbohidrato en polvo de color blanco, bajo en dulzura extraído del maíz con alta solubilidad y dispersabilidad, es un oligosacárido que contiene hasta 9 unidades de glucosa con un peso molecular de 1000 a 10000 g/mol. (Ficha técnica de Acofarma 2000)

- **Sacarosa.**

Es uno de los solutos más utilizados debido a su disponibilidad, efectividad, conveniencia y sabor deseable. Inicialmente, el agua se elimina rápidamente de la fruta al exponerse a la sacarosa, ya que el sistema intenta equilibrar la concentración de solutos dentro y fuera de la membrana celular. Debido a este intercambio, el jarabe tiene un distintivo sabor a fruta fresca y puede usarse como jarabe de mesa o enlatado (Martinez, 2012).

- **Miel de abeja.**

Sustancias dulces naturales extraídas, transportadas, transformadas, combinadas con otras sustancias, concentradas y almacenadas por las abejas o diversas subespecies a partir del néctar y otras secreciones extra florales. En la colmena (Ulloa *et al.*, (2010)

- **Ácido ascórbico.**

La vitamina C o ácido ascórbico es un nutriente esencial en la dieta humana porque interviene en la síntesis de diversas moléculas importantes para la salud humana y se encuentra ampliamente distribuida en frutas y verduras (Fennema y Tannenbaum, 1993).

- **Carotenoides.**

Los carotenoides son un gran grupo de pigmentos que están ampliamente distribuidos en los reinos vegetal y animal y producen colores que van del amarillo al rojo oscuro (Badui, 2006).

- **Capacidad antioxidante.**

Según Boekel et al., (2010), es un índice que caracteriza la capacidad de los antioxidantes en los alimentos para eliminar los radicales libres formados previamente. Además de ser importante desde el punto de vista nutricional, garantiza la estabilidad de los alimentos, por ejemplo, los efectos de la oxidación de los alimentos que a menudo conducen a la pérdida de sabor, color o pérdida de alimentos nutrientes (Davis et al., 2010).

- **Color.**

La fuente del color en el jugo y la pulpa del sachatomate, que se sabe que es causada por los pigmentos contenidos en la gelatina alrededor de las semillas, en lugar del color exterior de la cáscara o cáscara. Estos pigmentos pueden ser una fuente potencial para la obtención de colorantes vegetales (Norkys y Manzano, 2009).

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) y las pruebas experimentales se realizaron en el laboratorio de Investigación agroindustrial (LIA) y laboratorio de control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) ubicada en el Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

4.2.Material de estudio

4.2.1. Población

Se consideró como población para esta investigación a los frutos de sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) variedad purpura que fueron recolectadas según estado de madurez. Procedentes del Distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

4.2.2. Muestra

El tamaño de la muestra fue determinado mediante muestreo no probabilístico. Se seleccionaron 6 kg de frutos de sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) variedad rojo-purpura en estado de madurez comestible, sin magulladuras ni golpes, para lo cual se tomó como indicador de índice de madurez y color uniforme en la piel característico de la variedad. En donde esta muestra representa a los diferentes tratamientos y repeticiones.

4.3. Metodología experimental

4.3.1. Proceso de deshidratación osmótica por impregnación al vacío

Recepción: Los frutos del sachatomate fueron recolectados en estado maduro sin golpes cultivados en el distrito de Talavera de la provincia de Andahuaylas, se analizó color, acidez, °Brix, pH, humedad e índice de madurez.

Selección: se tuvo en cuenta solo a los frutos que se encontraban sanos y sin golpes, según índice de madurez.

Lavado y Sanitización: se realizó con agua potable e hipoclorito de sodio a 100 ppm para eliminar impurezas visibles.

Pelado: se pelaron los frutos con cuidado con la ayuda de un cuchillo.

Cortado: los frutos de sachatomate fueron cortados en dos y posteriormente se retiraron las semillas por último fueron cortadas en láminas con espesor de 0.5 cm, largo de 4 cm y ancho de 1.5 cm.

Pesado: se pesaron 200 g de la pulpa cortada para cada tratamiento.

Estandarización: se prepararon las soluciones hipertónicas de los tres agentes osmodeshidratantes (sacarosa, miel de abeja y maltodextrina) a una relación fruta: jarabe de 1:4 (peso: volumen), temperatura 80°C y concentración (70 °Brix) para cada solución.

Osmodeshidratación por impregnación al vacío: La osmodeshidratación por impregnación a vacío se llevó a cabo en un frasco cerrado, con una válvula que se conectó a la bomba de vacío (230V-60Hz marca MediAir). Luego de conectar el sistema de vacío, se aseguró la tapa del frasco, para que al momento de generar el vacío no exista fugas de aire y así mantener la presión constante. Una vez instalado el sistema del vacío se sumergieron las láminas del

sachatomate, en cada solución hipertónica a 70 °Brix a una presión de 400 mm Hg por 3 horas hasta alcanzar el punto de equilibrio osmótico, entre la solución hipertónica y las láminas.

Drenado: se drenaron las muestras de sachatomate osmodeshidratado por impregnación al vacío con un colador.

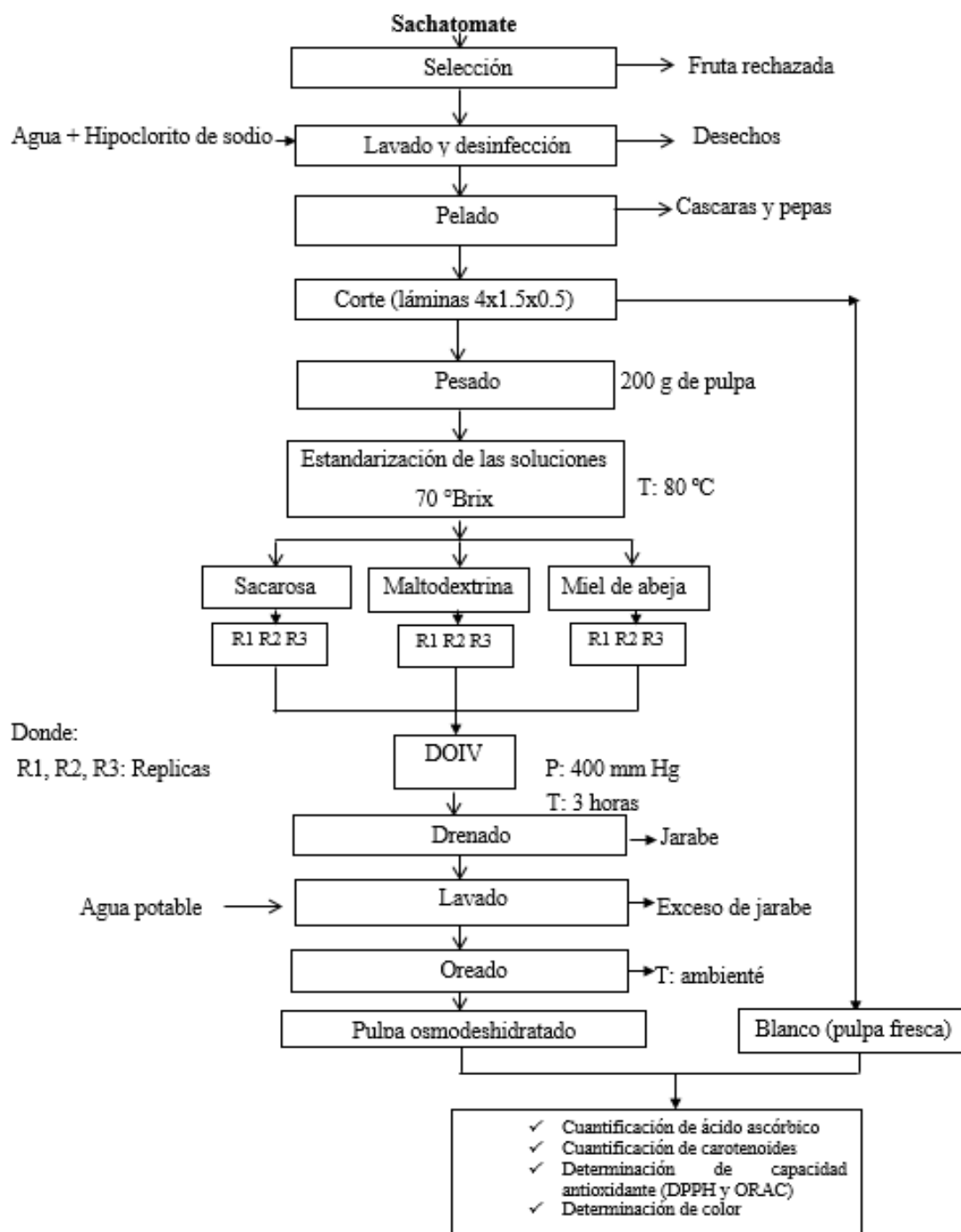
Lavado: el lavado se realizó con agua destilada con la finalidad de eliminar el exceso de solución de las láminas.

Oreado: se realizó a temperatura ambiente.

Pulpa de sachatomate osmodeshidratado: Se realizaron los análisis Cuantificación de ácido ascórbico, Cuantificación de carotenoides, determinación de capacidad antioxidante método (DPPH y ORAC) y color.

Figura 8.

Diagrama de bloques



4.4. Tipo de investigación

Experimental: Debido a que en esta investigación se manipulan variables de estudio (retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color) para probar la hipótesis planteada.

4.5. Método de análisis

4.5.1. Cuantificación del ácido ascórbico en la pulpa fresca y osmodeshidratada.

Según la metodología descrita por (Valle, 2013) el cual se muestra en el anexo 15.

4.5.2. Cuantificación de carotenoides totales (β -caroteno) en la pulpa fresca y osmodeshidratada.

Según la metodología descrita por (Talcott y Howard, 1999) el cual se detalla en el anexo 17.

4.5.3. Determinación de la capacidad antioxidante en la pulpa fresca y osmodeshidratada.

Se realizó por dos métodos: el método DPPH según (Blois, 1958), citado por (Mansour et al., 2016) y el método ORAC según (Peter, 2012), que se describen en el anexo 19 y 21.

4.5.4. Determinación del índice de color en la pulpa fresca y osmodeshidratada.

Se utilizó un colorímetro, según el método CIElab (Westland, 2001), anexo 23.

4.5.5. Determinación de las características fisicoquímicas en la pulpa fresca y osmodeshidratada del sachatomate.

- **Determinación de Humedad y materia seca**

Según Asociación de los químicos analíticos oficiales, (1980), método 981.05. Se pesó 5g de sachatomate (fresco y osmodeshidratado) fue secado en una estufa al vacío a 100 °C hasta obtener un peso constante (11 horas), se pesó por triplicado para cada muestra. La humedad

fue calculada con la pérdida de peso y es expresado en porcentaje. La materia seca se calculó por diferencia del cien por ciento.

$$\%H = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100 \dots \dots \dots (8)$$

$$\% \text{ Materia seca}(MS) = 100\% - \%H$$

Donde:

%H: porcentaje de humedad

P1: Peso de la humedad fresca (g)

P2: peso de la muestra seca (g)

- **Determinación de solidos solubles totales**

Se utilizó la metodología de refractómetro descrita por la (AOAC, 2005), método 932.12.

- **Determinación de acidez titulable**

Según la (AOAC, 2005), método 942.15. Consiste en determinar la acidez por medio de una titulación ácido-base con una solución de NaOH 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador, hasta que vire a rosa tenue. Los resultados se expresaron como porcentaje.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(V_{NaOH}) * (N_{NaOH}) * (meq. \text{acido})}{V \text{ muestra titulada}} * 100 \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

V (NaOH): Volumen (mL) de gasto de Hidróxido de sodio al 0.1N.

N: Normalidad del NaOH (eq/L).

meq. ácido: mili equivalente del ácido cítrico = (0.06404 g/m-eq)

V muestra: Volumen de la muestra (mL)

- **Determinación de pH**

Según la metodología descrita por (AOAC, 2005), método 981.12. Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

- **Determinación de la actividad de agua (Aw)**

Según el método de punto de rocío (AOAC ,1995) usando el equipo Aqua Lab. Este equipo mide la actividad de agua, así como también la temperatura. Para el análisis se trituro la muestra, una vez obtenida se puso en la cubeta del equipo para efectuar la medición se esperó hasta que el equipo llegue al estado de equilibrio, luego se dio la lectura, por triplicado.

4.5.6. Determinación de la cinética de deshidratación osmótica

Según las ecuaciones de (Della y Mascheroni, 2011) y (Wais , 2011).

- **Pérdida de peso (%PP)**

La pérdida de peso es la diferencia del peso inicial de las láminas de sachatomate antes de ser sumergido en el jarabe y el peso final después de retirar las láminas del jarabe. Para calcular la pérdida de peso se utilizó la ecuación (1) descrita en el marco teórico.

- **Perdida de agua (PA)**

Se utilizó los cálculos de pérdida de peso, además, el contenido de solidos solubles de las láminas del sachatomate (antes de ser sumergidos en el jarabe) y el contenido final de solidos solubles en las láminas (después de retirar del jarabe). Para calcular la perdida de agua se utilizó la ecuación (2) descrita en el marco teórico.

- **Ganancia de solidos solubles (GS)**

Se utilizó los cálculos de pérdida de peso y los sólidos iniciales de las láminas del sachatomate y el contenido final de solidos solubles en las láminas en cada tratamiento. Para calcular se utilizó la ecuación (3) descrita en el marco teórico.

4.5.7. Metodología para determinar la difusividad efectiva

Según la segunda ley Fick desarrollado por (Crank, 1975). Después de obtener todos los parámetros del proceso se procedió a calcular la difusividad efectiva para obtener la ecuación (10) se despejo la ecuación (7) descrita en el marco teórico.

$$D_{e.ss} = \frac{\text{pendiente} \cdot 4 \left(\frac{L}{2}\right)^2}{\pi^2 t} \dots \dots \dots (10)$$

4.6. Diseño experimental y análisis estadístico

4.6.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.

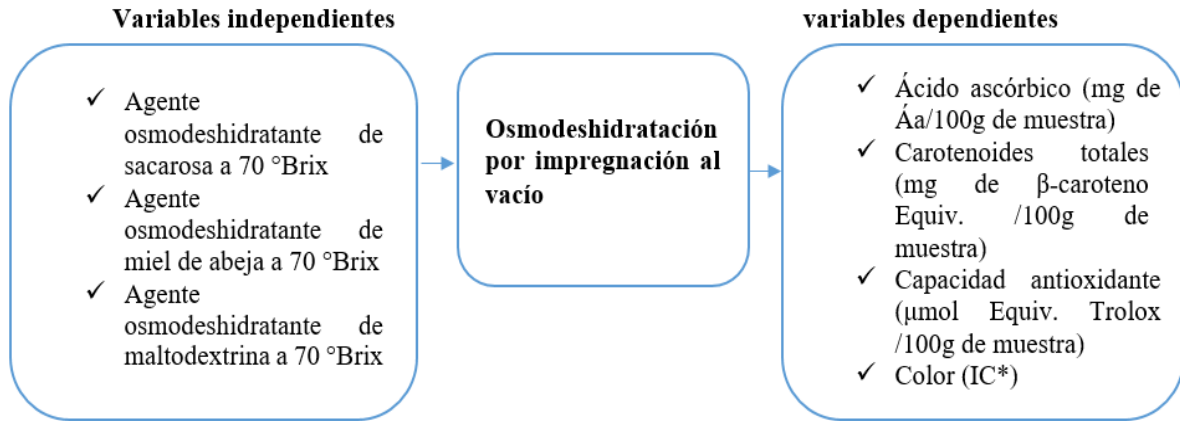
Matriz de diseño experimental

Tratamientos	Retención ácido ascórbico			Retención de carotenoides			Retención capacidad antioxidante DPPH			Retención capacidad antioxidante ORAC			Retención color		
Blanco	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
IV Sacarosa	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
IV Miel de abeja	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
IV Maltodextrina	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

4.6.2. Identificación de variables

Figura 9.

Identificación de variables



4.6.3. Modelo estadístico o matemático general para el DCA

Este diseño se denomina completamente aleatorio porque todas las tareas experimentales se realizan en un orden completamente aleatorio. De esta forma, si se realizaron un total de N pruebas durante el estudio, se aleatorizaron para que los posibles efectos ambientales y temporales se distribuyeran uniformemente entre los tratamientos. El modelo aditivo lineal es una expresión algebraica que condensa todos los factores presentes en la investigación. Resulta útil para sintetizar que factores son independientes o dependientes, cuáles son fijos o aleatorios, cuáles son cruzados o anidados (Gutierrez, 2015, pág. 64).

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \dots\dots\dots\text{Ec. (11)}$$

$$i = 1,2,3,4 \quad j = 1,2\dots,5$$

Y_{ij} = Son la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color de la muestra registrada con la i – ésimo agente osmodeshidratante en la j- ésima sachatomate osmodeshidratado por impregnación al vacío.

μ = Es el efecto de la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate osmodeshidratado por impregnación al vacío.

Media general de retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachá tomate osmodeshidratado por impregnación al vacío.

τ_i = Es el efecto de la i -ésimo agente osmodeshidratante.

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental en i –ésimo agente osmodeshidratante y la j –ésimo sachá tomate osmodeshidratado por impregnación al vacío.

4.6.4. Análisis estadístico

El análisis de varianza (ANOVA) es un método clave en el análisis de datos experimentales. La idea general del método es separar la variación total en la fracción aportada por cada fuente de variación en el experimento. En el caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes. Si los tratamientos no eran dominantes, su contribución era igual o menor que el error, por lo que se podía concluir que las medias eran las mismas (Gutierrez, 2015, pág. 64).

Los datos fueron procesados bajo Diseño Completamente al Azar y sometidos a análisis de varianza un arreglo dado por las fuentes de variación, seguido de los grados de libertad, de las sumas de cuadrados, de los cuadrados medios de cada componente, así como del valor F y su probabilidad de significación (valor P).

Tabla 6.

ANOVA para el diseño completamente al azar DCA

Tabla de ANOVA						
Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fcal	Fcri	Sig.
Agente osmodeshidratante	t-1	Sc (tra)	Sc(tra)/(t-1)	CM(Trat)/CM(error)		

Error	n-t	SC (error)	Sc(Error)/(n-t)			
Total	n-1	Sc (total)				

Fuente: (Gutierrez, 2015)

$$H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_k = 0 \dots \dots \dots \text{Ec. (12)}$$

$$H_A: t_1 \neq 0 \text{ para algun } i$$

Donde t_1 es el efecto del tratamiento i sobre la variable de respuesta. Si se acepta H_0 se confirma que los efectos sobre la respuesta de los “k” tratamientos son estadísticamente nulos (iguales a cero), y en caso de rechazar se estaría concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero.

Para el análisis estadístico se empleó la hoja de cálculo MICROSOFT EXCEL 2016 y el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XIX Versión.

4.1.1. Planteamiento de las hipótesis

Para la contrastación del experimento se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

- Hipótesis nula (H_0): No hay efecto estadísticamente significativo de los agentes osmodeshidratantes sacarosa, miel de abeja y maltodextrina en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color de sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío.
- Hipótesis alterna (H_A): Si hay efecto estadísticamente significativo de los agentes osmodeshidratantes sacarosa, miel de abeja y maltodextrina en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color de sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del ácido ascórbico del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

En la Tabla 7, el Análisis de varianza para el ácido ascórbico muestra un valor- p (0.0000) menor que el nivel de significancia 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula, también se rechaza para cualquier otro nivel de significancia, porque el estadístico de prueba dado por $F_0 = 651.06$ es mayor que el valor crítico $F_{0.05;3;8} = 4.07$ que cae en la región de rechazo, por ello se afirma que los diferentes tipos de agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja) tienen efecto en la retención del ácido ascórbico en el sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío.

Tabla 7.

Análisis de varianza (ANOVA) para el ácido ascórbico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	19563.7	3	6521.25	651.06	0.0000
Error	80.1309	8	10.0164		
Total (Corr.)	19643.9	11			

CV = 4.06%

Según la tabla 8, muestra que la media para los tratamientos son significativamente diferentes con un nivel del 95.0% de confianza. Al comparar estos valores con la pulpa fresca, la muestra sometida a osmodeshidratación con impregnación al vacío en el agente osmodeshidratante maltodextrina tuvo efecto de manera positiva en la retención del ácido ascórbico, con una media mayor de $(114.41 \pm 3.22 \text{ mg de Áa}/100\text{g de muestra})$, mientras que la sacarosa y la miel de

abeja afectan negativamente en la retención observándose una media menor en retención (44.58 ± 2.02 y 31.11 ± 0.92 mg de Áa/100g de muestra), respectivamente. Esta disminución puede ocasionarse debido a que durante la osmodeshidratación, se establece una transferencia de masa de dos vías, el agua y algunas sustancias naturales solubles como azúcares, vitaminas, pigmentos, ácidos orgánicos y sales minerales que fluyen de la fruta hacia la solución osmótica, y los sólidos solubles desde la solución a los frutos. Así mismo puede ser consecuencia del oxígeno, temperaturas empleadas y por los diferentes agentes osmodeshidratantes (Estrada et al., 2018). Según Meléndez et al., (2004) la degradación del ácido ascórbico se produce por altas temperaturas, presencia de oxígeno, también depende del pH, ya que la forma ionizada es más sensible que la forma no ionizada. Esto debido a que el ácido ascórbico es uno de los ácidos hidrosolubles más inestables.

Los valores obtenidos para la retención del ácido ascórbico en los diferentes tratamientos son considerablemente superiores a los reportados por (Guevara y Alvines, 2011) en frutos de tomate de árbol osmodeshidratado en sacarosa reportan en la mejor muestra 19.75 ± 0.30 mg Áa /100g de muestra. Mientras que (López et al., (2002), reporta una retención del 8% y 2.86 mg Áa /100g de muestra en el tomate de árbol osmodeshidratado con sacarosa a 65°Brix, que por efecto del escaldado hay una pérdida lo cual se da porque dicho compuesto es termolábil al realizar la deshidratación osmótica. De igual forma (Estrada et al., 2018) observo que el contenido de ácido ascórbico disminuyó drásticamente en la osmodeshidratación del mango y guayaba reportando 4.24% de retención para el mango y 4.49% para la guayaba. Sin embargo Cortez, (2020) indica que el ácido ascórbico muestra menores pérdidas a medida que aumenta el tiempo de vacío y tiempo de relajación de acuerdo a los resultados que obtuvo 64% de retención en la manzana osmodeshidratada con impregnación al vacío. Fue evidente que en la

técnica de impregnación al vacío se presentó una mayor retención de ácido ascórbico a comparación de los autores mencionados.

Tabla 8.

Cuantificación del ácido ascórbico del sachatomate osmodeshidratado.

Condiciones	Tratamientos	Concentración de Áa (mg de Áa/100g de muestra)	Retención (%)
Pulpa fresca	Blanco	121.35 ± 4.98 ^d	100
Osmodeshidratado con vacío (IV)	Sacarosa	44.58 ± 2.01 ^b	38
	Miel de abeja	31.11 ± 0.92 ^a	26
	Maltodextrina	114.41 ± 3.22 ^c	94

Dónde: a, b, c, y d indican los grupos homogéneos.

Media de tres repeticiones ± Desviación estándar

5.2. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides totales del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

La tabla 9 muestra el análisis de varianza respecto a los carotenoides totales; donde, el valor p (0.0000) es menor que el nivel de significancia 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, también se rechaza para cualquier otro nivel de significancia ya que el estadístico de prueba dado por $F_0 = 362.24$ es mayor que el valor crítico $F_{0.05;3;8} = 4.07$, que cae en la región de rechazo, por lo cual se afirma que los diferentes tipos de agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja) tienen efecto en la retención de los carotenoides totales.

Tabla 9.

Análisis de varianza (ANOVA) para carotenoides totales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	511.088	3	170.363	362.24	0.0000
Error	3.7624	8	0.4703		
Total (Corr.)	514.851	11			

CV = 4.99%

La tabla 10, muestra los valores de la media para los carotenoides totales en los diferentes tratamientos al 95.0% de nivel de confianza. Al comparar estos valores con la pulpa fresca, la muestra sometida a osmodeshidratación con impregnación al vacío en el agente osmodeshidratante sacarosa y maltodextrina presentaron efecto positivo en la retención de carotenoides totales, con una media mayor de (11.61 ± 0.60 y 11.45 ± 0.07 mg β -caroteno Equiv. /100g de muestra), respectivamente; en comparación a la miel de abeja que afectó negativamente la retención obteniendo una media menor de (7.24 ± 0.93 mg β -caroteno Equiv. /100g de muestra). Esto debido a que el agente osmodeshidratante miel de abeja, presenta mayor reducción de actividad de agua, capacidad de deshidratación y presión que se ejerce en el proceso. Según (Huaman y Ninahuanca, 2017) refiere que la pérdida de carotenoides es debido a la desnaturalización de la misma por factores como la temperatura, tiempo del proceso, oxidación química y oxidación catalizada por la luz. Así mismo Meneses, (2016) menciona que existe una relación proporcional entre la pérdida de agua en la osmodeshidratación y la cantidad de β -carotenos. Además indica que el aumento de concentración de sacarosa en el medio osmótico, es irrelevante para los fines de retención de carotenoides. Esto discrepa con lo que sostienen (Barbosa y Vega 1996), quienes señalan que el empleo de sacarosa aumenta la retención de carotenoides ello coincide con esta investigación la muestra sometida a osmodeshidratación con sacarosa presento una mayor retención.

Según Meneses, (2017) la más influyente negativamente en la retención de carotenoides es el tiempo de inmersión, seguido de la temperatura y concentración, reporta mayor retención de carotenoides en parámetros de (temperatura 45 – 55°C, tiempos de 100 – 120 min y concentración de 50 – 60°Brix) con una retención de 42.5% la cual es inferior a la retención obtenida para el agente osmodeshidratante sacarosa y maltodextrina. Por otro lado (Ortiz, 2008) reporta 66.8% y 12.1% de retención de carotenoides totales en frutos de zapallo osmodeshidratada con miel de abeja durante 60 min. Al respecto (Alvares, 2009) refiere que la miel de abeja reduce más la actividad de agua a comparación de la sacarosa, también hace referencia que esto indica que la presión osmótica que ejerce la solución de miel de abeja es mayor que la de la sacarosa ello coincide con lo reportado en cuanto a la retención de carotenoides totales en la miel de abeja. Así mismo (Melendez, Vicario y Heredia, 2004) señalan que el factor temperatura ejerce una función aceleradora de reacciones de degradación con respecto a la estabilidad de pigmentos como los carotenoides. En esta investigación se demostró que la retención de carotenoides fue mayor con el método de impregnación al vacío, en comparación con los autores mencionados. Respecto al agente osmodeshidratante la sacarosa y maltodextrina tienen mayor capacidad de retención de carotenoides totales y la miel de abeja presenta menor capacidad de retención ello coincide con lo reportado por los autores mencionados.

Tabla 10.

Cuantificación carotenoides totales del sachatomate osmodeshidratado

Condiciones	Tratamientos	Carotenoides (mg de β -caroteno Equiv. /100g de muestra)	Retención (%)
Pulpa fresca	Blanco	24.62 \pm 0.80 ^c	100

Osmodeshidratación con vacío (IV)	Sacarosa	11.61 ± 0.60 ^b	47
	Miel de abeja	7.24 ± 0.93 ^a	29
	Maltodextrina	11.45 ± 0.07 ^b	47

*Dónde: a, b, c, y d indican los grupos homogéneos.
Media de tres repeticiones ± Desviación estándar*

5.3.Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de la capacidad antioxidante del sachatmate (*Solanum betaceum Cav*)

5.3.1. Capacidad antioxidante método DPPH

La tabla 11 muestra el análisis de varianza respecto a la capacidad antioxidante; donde, El valor p (0.0000) es menor que el nivel de significancia 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, también se rechaza para cualquier otro nivel de significancia ya que el estadístico de prueba dado por $F_0 = 329.10$ es mayor que el valor crítico $F_{0.05;3;8} = 4.07$, que cae en la región de rechazo, por lo cual se afirma los agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja) tienen efecto en la retención de la capacidad antioxidante.

Tabla 11.

Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante DPPH.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	2.88988E6	3	963294.	329.10	0.0000
Error	23416.2	8	2927.03		
Total (Corr.)	2.9133E6	11			

CV = 5.07%

La tabla 12, muestra que la media para los tratamientos son significativamente diferentes al 95.0% de nivel de confianza. Al comparar estos valores con la muestra fresca, la muestra

sometida a osmodeshidratación con impregnación al vacío en el agente osmodeshidratante maltodextrina tuvo efecto de manera positiva en la retención de capacidad antioxidante con una media mayor de 1273.94 ± 25.30 ($\mu\text{mol Equiv. Trolox}/100\text{g}$ de muestra) seguido por la sacarosa y por último la miel de abeja (699.39 ± 10.13 y 527.60 ± 4.77 $\mu\text{mol Equiv. Trolox}/100\text{g}$ de muestra), que presentaron una media menor en retención de la capacidad antioxidante. La reducción de la capacidad antioxidante se debe a la concentración de sólidos solubles, presión y temperatura en la que se encuentran en la osmodeshidratación que permiten la extracción de los compuestos bioactivos y por el deterioro celular que supone cambios en los compuestos fitoquímicos y en las propiedades antioxidantes que poseen los frutos en su estado intacto (Bustos, 2015). Según Pucuhuayla y Valdivieso, (2018) mencionaron que a menor temperatura y menor concentración de sólidos solubles la capacidad antioxidante se incrementa.

Los resultados obtenidos para los diferentes tratamientos en la retención de la capacidad antioxidante son considerablemente superiores a los reportados por (Doun y nattaya, 2021), 223.51 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$, donde determinaron que los parámetros óptimos para aumentar la absorción de solutos fue a 65°Brix durante 300 min y presión de vacío de 450 mmHg; así mismo, (Pucuhuayla y Valdivieso, 2018) en láminas de carambola osmodeshidratada con sacarosa ($65^\circ\text{Brix}/4$ horas/temperatura 18°C) reporto una retención de 10.56% y una pérdida de 89.44% de capacidad antioxidante. Mientras (Aguirre, 2017) en la manzana osmodeshidratada con impregnación al vacío reporta mayor retención en el agente osmodeshidratante sacarosa ($50^\circ\text{Brix}/60^\circ\text{C}$) seguido por la osmodeshidratación con jugo betabel ($50^\circ\text{Brix}/60^\circ\text{C}$), refiere que a medida que la temperatura es mayor, la viscosidad de la solución disminuye por lo que se favorece la difusividad de la solución dentro de las muestras. Fue evidente que el tratamiento de impregnación al vacío presentó mayor retención de capacidad antioxidante ello coincide con

Aguirre, (2017), así mismo los datos obtenidos de la retención de capacidad antioxidante son superiores a comparación de los autores mencionados a la vez el agente osmodeshidratante maltodextrina presenta mayor retención seguido por la sacarosa y miel de abeja.

Tabla 12.

Resultados para la capacidad anyioxidante DPPH.

Condiciones	Tratamientos	Capacidad antioxidante (μmol Equiv. Trolox /100g de muestra)	Retención (%)
Pulpa fresca Osmodeshidratación con vacío (IV)	Blanco	1770.12 ± 104.61^d	100
	Sacarosa	699.39 ± 10.13^b	40
	Miel de abeja	527.60 ± 4.77^a	30
	Maltodextrina	1273.94 ± 25.30^c	72

Dónde: a, b, c, y d indican los grupos homogéneos.

Media de tres repeticiones \pm Desviación estándar

5.3.2. Capacidad antioxidante método ORAC

La tabla 13 muestra, el Análisis de varianza para la capacidad antioxidante método ORAC; donde, el valor p (0.0000) es menor que el nivel de significancia 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, también se rechaza para cualquier otro nivel de significancia ya que el estadístico de prueba dado por $F_0 = 544.63$ es mayor que el valor crítico $F_{0.05;3;8} = 4.07$, que cae en la región de rechazo, se afirma que los diferentes tipos de agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja) tienen efecto en la retención de la capacidad antioxidante del sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío.

Tabla 13.

Análisis de varianza (ANOVA) para la capacidad antioxidante ORAC

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	6.58624E8	3	2.19541E8	544.63	0.0000
Error	3.22483E6	8	403104.		
Total (Corr.)	6.61848E8	11			

CV = 3.34%

La tabla 14, muestra los valores de la media para la capacidad antioxidante del método ORAC en los diferentes tratamientos al 95.0% de nivel de confianza. Al comparar estos valores con la muestra fresca, se observó un efecto positivo en la muestra sometida a osmodeshidratación con impregnación al vacío en el agente osmodeshidratante maltodextrina con una media mayor en retención de capacidad antioxidante ($20453.35 \pm 1102.04 \mu\text{mol TE} / 100\text{g}$ de muestra), seguido por la sacarosa ($13043.15 \pm 289.39 \mu\text{mol TE} / 100\text{g}$ de muestra) y miel de abeja ($12005.80 \pm 403.01 \mu\text{mol TE} / 100\text{g}$ de muestra), que presentaron una media menor afectando negativamente la retención de la capacidad antioxidante. Esto debido a los factores en el proceso (temperatura, tiempo y concentración) e impregnación al vacío aplicada ya que tratamientos severos ocasionan que el efecto de la presión provoque la ruptura de vacuolas y por lo tanto la liberación de compuestos bioactivos del sachatomate al medio externo (Sepúlveda et al., 2011). El uso de los agentes osmodeshidratante como solución osmótica permite la retención de la capacidad antioxidante del fruto y que el cambio en la concentración osmótica es eficaz en la prevención de decoloración de la muestra desde la enzima y pardeamiento oxidativo debido a la eliminación de oxígeno de los poros con el efecto de vacío (Zhao y Xie, 2004).

Mejía, (2015) determino la capacidad antioxidante (método ORAC) en la manzana osmodeshidratada con impregnación al vacío con extracto de yacón en una relación de 1 rodaja por 20 ml de jarabe, observo que durante la impregnación al vacío, el equilibrio másico de los

compuestos antioxidantes se alcanza a través de la difusión del componente hacia el extracto concentrado y por lo tanto, la capacidad antioxidante de la muestra disminuye, donde reporta una retención de 27.83%. Así mismo (Díaz, 2018) en el banano osmodeshidratado con impregnación al vacío en sacarosa e inulina como agentes osmodeshidratantes, determino la capacidad antioxidante (método ORAC) donde reporta (1886.00, 2091.00 y 1228,00 μ moles eq.Trolox/g de muestra), observando un mayor efecto de la sacarosa como agente osmodeshidratante En ambos casos, se observó una mejora significativa en la fracción volumétrica de impregnación, fracción de deformación y la porosidad efectiva en la matriz. Se predice una mayor eficiencia en el proceso de impregnación al vacío. Fue evidente que el tratamiento de impregnación al vacío presento mayor retención de capacidad antioxidante, ello coincide con lo reportado por (Díaz, 2018) a la vez el agente osmodeshidratante maltodextrina presenta mayor retención de capacidad antioxidante a comparación de la sacarosa y miel de abeja.

Tabla 14.

Resultados para la capacidad antioxidante ORAC.

Condiciones	Tratamientos	Capacidad antioxidante (μ mol Equiv. Trolox /100g de muestra)	Retención (%)
Pulpa fresca	Blanco	30533.69 \pm 389.66 ^c	100
Osmodeshidratación con vacío (IV)	Sacarosa	13043.15 \pm 289.39 ^a	43
	Miel de abeja	12005.80 \pm 403.01 ^a	39
	Maltodextrina	20453.35 \pm 1102.04 ^b	70

Dónde: a, b, c, y d indican los grupos homogéneos.

Media de tres repeticiones \pm Desviación estándar

5.4. Resultados de la determinación del efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*)

En la tabla 7 se muestra los resultados del análisis de varianza sobre el color en el espacio CIEL*a*b*c; donde, el valor p (0.0088) es menor que el nivel de significancia 0.05. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, también se rechaza para cualquier otro nivel de significancia ya que el estadístico de prueba dado por $F_0 = 7.94$ es mayor que el valor crítico $F_{0.05;3;8} = 4.07$, que cae en la región de rechazo, por lo cual se afirma que los diferentes tipos de agentes osmodeshidratantes (sacarosa, maltodextrina y miel de abeja) tienen efecto de forma significativa en la retención del índice de color en el sachatomate osmodeshidratado con impregnación al vacío.

Tabla 15.

*Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de color IC**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamientos	4.47377	3	1.49126	7.94	0.0088
Error	1.502	8	0.18775		
Total (Corr.)	5.97577	11			

CV = 2.78%

La tabla 16, muestra que la media para los tratamientos son significativamente similares con un nivel del 95.0% de confianza. Al comparar estos valores con la muestra fresca (16.61 anaranjado intenso), las muestras sometidas a osmodeshidratación con impregnación al vacío en la sacarosa (15.45 anaranjado intenso), maltodextrina (15.11 anaranjado intenso) y miel de abeja (15.14 anaranjado intenso) preservaron sus atributos de color. Esto debido a que en el proceso de

osmodeshidratación con impregnación al vacío, los agentes osmodeshidratantes presentaron un efecto de manera positiva lográndose conservar más del 90% de color del sachatomate. Esto concuerda con (Duque, Giraldo y Mejía, 2007); (Zhao y Xie 2004) quienes mencionan que el uso de azúcar como solución osmótica permite la retención de sustancias volátiles del fruto fresco y que el cambio en la concentración osmótica es eficaz en la prevención de decoloración de la fruta a la eliminación de oxígeno de los poros con el efecto de vacío. El color no se ve afectado en tratamientos de deshidratación osmótica con pulso de vacío ni presión atmosférica en frutas que no presentan espacios intercelulares en su estructura, pero en frutas que presentan una estructura porosa y/o parcialmente porosa los tratamientos de deshidratación afectan significativamente su color. Ello coincide con lo obtenido en esta investigación evidenciando que los cambios en el color no fueron afectados de manera drástica durante el osmodeshidratado con impregnación al vacío.

Los valores obtenidos son similares a lo reportado por (Gutiérrez 2019), quien determinó el color en el fruto del tomate de árbol osmodeshidratado reportando 20.13 de IC*, así mismo Chuquipoma, (2018), evaluó el color mediante lecturas en escala CIEL*a*b*, en la osmodeshidratación por inmersión en el aguaymanto, donde reporta, 98.18 % y 97.99% de retención, mientras Mejía (2015) en su estudio de las manzanas impregnadas al vacío con extracto de yacón observó que los factores tiempo de vacío y tiempo de relajación no tuvieron efecto significativo sobre el índice de color y hace referencia que no existe variación respecto a la muestra sin tratar reportando IC* 31.66 respectivamente. Fue evidente que el tratamiento de impregnación al vacío presentó mayor retención del índice de color, ello coincide con lo reportado por los autores a la vez los agentes osmodeshidratantes preservaron sus atributos de color de la pulpa fresca.

Tabla 16.*Resultados del color.*

Condiciones	Tratamientos	IC*	Retención (%)
Pulpa fresca Osmodeshidratación con vacío (IV)	Blanco	16.61 ± 0.31 ^c	100
	Sacarosa	15.11 ± 0.59 ^a	91
	Miel de abeja	15.14 ± 0.48 ^a	91
	Maltodextrina	15.45 ± 0.28 ^a	93

Dónde: a, b, c, y d indican los grupos homogéneos.

Media de tres repeticiones ± Desviación estándar

CONCLUSIONES

- Se determinó estadísticamente que existe efecto significativo de los agentes osmodeshidratantes en la retención de ácido ascórbico del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodeshidratado con impregnación al vacío, siendo el agente maltodextrina el que presento un efecto positivo y mayor retención.
- Se determinó que existe efecto significativo de los agentes osmodeshidratantes en la retención de carotenoides totales del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodeshidratado con impregnación al vacío, siendo el agente sacarosa y maltodextrina las que presentaron efecto positivo y mayor retención.
- Se determinó estadísticamente que existe efecto significativo de los agentes osmodeshidratantes en la retención de la capacidad antioxidante del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodeshidratado con impregnación al vacío, con el método DPPH y ORAC. Siendo el agente maltodextrina el que presento efecto de manera positiva y mayor retención en ambos métodos analizados.
- Se determinó estadísticamente que si hay efecto significativo de los agentes osmodeshidratantes en la retención de color del sachatomate (*Solanum betaceum Cav*) osmodeshidratado con impregnación al vacío. Siendo el efecto positivo con una mayor preservación del color para los diferentes agentes osmodeshidratantes.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la osmodeshidratación con impregnación al vacío en otros ecotipos de sachatomate para realizar comparaciones de la retención de los compuestos bioactivos.
- Utilizar otros agentes osmodeshidratantes para comparar la capacidad de deshidratación en la osmodeshidratación al vacío.
- Hacer estudios de otros factores como temperatura, cinética de deshidratación osmótica y difusividad efectiva del agua y solidos solubles.
- Determinar la vida útil del producto después de la osmodeshidratación a través de pruebas microbiológicas en el tiempo.
- Reutilizar los jarabes provenientes de la osmodeshidratación en la recirculación del procesó o para la edulcoración de otro tipo de productos como frutos secos, las mermeladas, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abarat, A., Chiralt, F. P., y Andr ez. (1999). Vacuum impregnation: a tool in minimally processing of foods.
- AOAC. (s.f.). official Methods of Analysis. Washington 1980: Association of Official Analytical Chemists.
- Apaza, C. (2007). Deshidratación osmótica de Alimentos. Boletín de Divulgación Tecnológica Agroindustrial.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Pearson educación (4ta. ed.). ed.). SCielo.
- Barat, J., Grau, A., y Fito, P. (1998). Deshidratación osmótica de alimentos. España: servicio de publicaciones.
- Barbosa, C. G., y Vega, M. H. (2000). Deshidratación de alimentos. En Deshidratación de alimentos. Zaragoza, España: Acribia.
- Benjamin, R., Zapata , I. C., y Bernardo, F. (2012). Estabilidad de antocianinas y valores de capacidad de absorbanca de radicales oxígeno (ORAC) de extractos acuosos de corozo (*Bactris guineensis*) . Revista Cubana de Plantas Medicinales, 12.
- Bohs, A. (1995). Transfer of cyphomandra (*Solanaceae*) and its species to solanum. taxon.
- Borda Molina , C., y Caicedo Orjuela, O. (2013). Cambios en el contenido nutricional de la uchuva (*physalis peruviana*) frente a osmodeshidratacion como metodo de conservación. Universidad de Antioquia, Medellin-Colombia.
- Brow, T., LeMay, H., Bursten, B., Murphy, C., y Woodward, P. (2009). Química la ciencia general. Pearson Educación. Nuacalpan de Juárez.

- Bustos Barragán , A. E. (2015). Efecto de la deshidratación osmótica sobre la capacidad antioxidante en el tomate de árbol amarillo y morado (*Cypomandra betacea*). Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial , Quito- Ecuador.
- Calvo, V. I. (2009). Cultivo de Tomate de Arbol. San Jose Costa Rica.
- Campos, A., y Flores, D. (2012). Deshidratación osmótica de placas de chayote (*sechium edule*) utilizando soluciones hipertónicas de cloruro de sodio y sacarosa. Tesis de grado, Universidad Veracruzana.
- Cañas, M. y. (2000). Antioxidantes suplemento de dieta.
- Castillo, S. (2002). Importancia de la calidad de la miel (Vol. 9).
- Chuquipoma Morales, J. D. (2018). Estudio de la cinética de osmodeshidratación aplicando vacío en aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) . Tesis pregado, Universidad Peruana Union , Lima.
- Clemente , G. (2003). Efecto de la contracción en la cinética de secado de músculos de jamón. Tesis Doctoral , Universidad Politécnica de Valencia.
- Cortez Latorre, D. J. (2020). Estudio del efecto de las variables de proceso en la impregnacion Por vacío sobre los atributos de calidad de manzanas frescas cortadas. Tesis de Maestria, Universidad Nacional del Litoral.
- Cuzcano, C. L., y Guerra, L. J. (2018). Deshidratación osmotica de dos variedades de annas comosus (pina) para la elaboracion de mermelada enriquecido con vitamina c por metodos combinados. Tesis gardo , Univesidad de la Amazonia Peruana, Iquitos , Iquitos.

- Della, R., y Mascheroni, R. (2011). Deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente. Argentina.
- Espinoza Huillca, Y., y Hanco Diaz, N. (2017). Evaluacion de la cinética de osmodeshidratación y estudio microestructural del sachatomate (*Solanum betaceum* Cav.). Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Sicuani-Cusco-Perú.
- Estrada , H., Restrepo, C., Saumett, H., y Pérez, L. (2018). Deshidratación Osmótica y Secado por Aire Caliente en Mango, Guayaba y Limón para la Obtención de Ingredientes Funcionales. Universidad Simón Bolívar de Barranquilla, Colombia.
- Fennema , y Tannenbaum. (1993). Química de los alimentos. (2da. ed ed.). Zaragoza: Acribia.
- Fennema , O., Damodaran , S., y Parquin. (2000). Química de los Alimentos. zaragoza -espana: Acribia S. A.
- Fernández Aedo, P. A. (2007). Estudio de la impregnación a vacío de miel y su efecto en atributos de calidad de hojuelas de manzana (var.Granny Smith) deshidratadas. Chile.
- Fernandez Puiquin , L. (2022). Capacidad antioxidante y fenoles totales del aguaymanto (*Physalis periviana* L.) osmodeshidratado. Tesis , Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas-Perú.
- Fito y Pastor, R. (1994). On some non diffusional mechanism occurring during. *Journal of Food Engineering*.

- García Huamán, F., Bejarano Luján, D., Paredes Quiroz, L., Vega Rojas, R., y Encinas Puscan, J. (2018). La deshidratación osmótica mejora la calidad de Ananas comosus deshidratada. Trujillo: Scientia Agropecuaria.
- Geankoplis, C. (1998). Procesos de Transporte y Operaciones (Tercera Edición ed. ed.). México, México : Compañía Editorial Continental S.A.
- Giangiaco, R., Torregiani, D., y Abbo, E. (1987). Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups 1. Journal of Food Processing and Preservation, 183-195.
- Giraldo, G., Talents, P., Fito, P., y Chiralt, A. (2003). Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. Journal of Food Engineering .
- Gobierno Regional La Libertad . (2006). Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Send.). Manual, Gerencia Regional de Recursos N aturales y Gestión del Medio Ambiente, Trujillo Perú. Recuperado el Noviembre de 2022
- Goltz, S. S. (2013). Carotenoid bioavailability from raw vegetables and a moderate amount of oil in human subjects is greatest when the majority of daily vegetables are consumed at one meal. Nutrition Research.
- Guevara, P. A., y Alvines Quevedo, E. S. (2011). influencia de las condiciones del proceso para osmodeshidratar tomate de árbol (*Cyphomandra crassifolia* Kuntze). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Gutiérrez Figueroa , A. R. (2019). Efecto del tiempo de pretratamiento osmótico en las características fisicoquímicas y sensoriales de lycopersicon esculentum, var. Carina turbo osmodeshidratado. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Gutierrez, L. J. (2015). Diseño de Bloques al Azar. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Herrera , C. S. (2018). Efecto de la concentración de goma arábiga y temperatura de aire de secado por aspersión en el contenido de carotenoides totales, vitamina C y actividad Antioxidante de la pulpa de tomate de árbol (Cyphomandra betacea de Solanum betaceum). Tesis, Huancayo.
- Huaman , K. B., y Ninahuanca, B. A. (2017). Evaluación de la pérdida de β -carotenos en la osmodeshidratación de aguaymanto (physalis peruviana l) con una solución de stevia. Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Huancayo. Recuperado el Agosto de 2019
- Huang, D., y Ou, B. (2002). High-throughput Assay of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using a Multichannel Liquid Handling System Coupled with a Microplate Fluorescence Reader in 96-Well Format.
- INIAP. (2013). El cultivo de tomate de árbol.
- Institute of Medicine, F. a. (2000). Beta-caroteno and other carotenoids. National Academy Press.
- James , R., Welty, C., Wicks, Robert, E., y Wilson . (1988). fundamentos de transferencia de momento calor y masa. editorial luminosa .

- Kevinnain Rrossmer, D. L. (2021). Efecto de la temperatura y tipo de secado en la capacidad antioxidante y el color del toate de árbol (*Cyphomandra Betacea*) deshidratado. Tesis de grado , Universidad Nacional Autónoma de Chota , Chota- Perú.
- King, J., y Saturnino , P. (1987). Pérdidas de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos (Vol. 15). chile: chile.
- León, J., y Vitieri, P. (2004). Manual del Cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Quito - Ecuador.
- Lin, I. I. (2006). Retention of of Fresh-Cut Pears by Vacuum Impregnation with Honey. *Journal of Food Science: Sensory and Nutritive Qualities of Food*.
- Mansour, R. B., Ksouri, W. M., Cluzet, S., Krisa, S., Richard, T., y Ksouri, R. (28 de Setiembre de 2016). Assessment of Antioxidant Activity and Neuroprotective Capacity on PC12 Cell Line of *Frankenia thymifolia* and Related Phenolic LC-MS/MS Identification. (G. A. Agbor, Ed.) 1-8.
- Martinez, C. (2012). Efecto de la concentración y temperatura en la deshidratación osmótica del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). Universidad Técnica de Ambato Ecuador, Ambato - Ecuador.
- Mejía Aguila, R. A. (2015). Impregnación al vacío de fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) en manzana. Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Ingeniería, Lima-Perú.

- Meneses Peralta , J. (2016). Optimización de los parámetros de osmodeshidratación y secado por convección para la retención de carotenos del zapallo de loche (cucúrbita moschata Dutch.)- Chiclayo 2016. Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán , Pimentel .
- Norkys, M., y Manzano, M. J. (2009). Características del fruto de tomate de árbol (cypomandra betaceaeCav)basadas en la coloración de arilo, en la zona andina venezolana. UFO Agrícola.
- Ordóñez, L. E., y Yoshioka, L. S. (2012). Cinética de degradación térmica de vitamina C en pulpa de mango (Manguifera indica L). vitae, 19.
- Ordóñez, S., Portilla, L. E., Ospina, M. A., Rodríguez. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (Psidium guajava L.). Revista Lasallista de Investigación.
- Orihuela, M. (1993). Tomate andino (Manual práctico para su cultivo y uso). Centro Bartolomé de las Casas , Cusco - PERU .
- Orosco Huayana, F. Y. (2017). Efecto de la temperatura en la cinética de degradación del ácido ascórbico en pulpa de tomate de árbol (solanum betaceum). Universidad Nacional José María Arguedas , Apurímac , Andahuaylas .
- Palencia, Y. (2010). Sustancias bioactivas en los alimentos. Unizar, Zaragoza.
- Parra , P. D. (2020). Determinación de parámetros de osmodeshidratación y deshidratación convectiva de la variedad de piña samba de chanchamayo (Ananas comosus L. mer cv. Samba de Chanchamayo). Tesis, Universidad de San Martín de Porres, Lima.

- Pérez Ayma, M. A. (2021). Determinación de los parametros en la deshidratación osmótica en láminas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Mediante la metodología de repuesta. Tesis , Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay- Perú.
- Peter , B. (2012). Determination of Antioxidant potential using an Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Assay with Synergy™ H4. BioTek Instruments. Applications Scientist.
- Pinchao, Y., Osorio, O., y Ordoñez, L. (2016). Correlacion del indice de madurez de uchuva (*physalis peruviana*) y tomate de árbol (*solanum betaceum*) con la concentración de carotenoides. *Vitae*, 5.
- Pokorny, J. Y. (2001). Antioxidantes de los alimentos. zaragoza: ACRIBIA.
- Prohens, J., y Nuez, F. (2000). The Tamarillo (*Cyphomandra betacea*): A Review of a Promising Small Fruit Crop (Vol. I). Valencia. doi:10.1300/J301v01n02_06
- Pucuhuayla Cruz, E. R., y Valdivieso Tomas, M. N. (2018). Efecto del osmodeshidratado y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante, β -carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola. Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú.
- Puente, L. P.-M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit. Food Research International. Food Research International.
- Rastogi, N., Raghavaro, K., Nirajan, K., y Knorr, D. (2002). Recent developments in osmotic dehydration. En *methods to enhance mass transfer* (págs. 48-59).

- Repo, c. c., y Encina, c. z. (2008). Determinación de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Bioactivos de Frutas Nativas Peruanas. sociedad química del Perú, Perú.
- Rodríguez, S., Cuaspud, J., y Giraldo, G. (18 de Enero de 2019). Efecto del Pretratamiento con Deshidratación Osmótica en la Impregnación a Vacío de Láminas de Banano para el Desarrollo de un Alimento Funcional. *Información Tecnológica*, Vol. 30(4), 54-57. Recuperado el Agosto de 2019, de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/0718-0764-infotec-30-04-00051.pdf
- Rojas. (2011). Estudio de la cinética de deshidratación osmótica en *Claudia* (*Prunus domestica*) mediante el uso de miel de abeja. tesis de grado, Universidad Técnica De Ambato, Ambato Ecuador.
- Rojas. (2013). Efecto de la estandarización y tratamiento térmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Tesis, UNALM, Lima.
- Russell, P. y. (1999). Beta-carotene and other carotenoids as antioxidants. *J Am Coll Nutr.*
- Santos, P. H., y Silva, M. A. (2008). Retention of Vitamin C in Drying Processes of Fruits and Vegetables A Review. UNICAMP, Brasil.
- Shi, J., y Le, M. M. (2002). Osmotic dehydration of foods. En : mass transfer and modeling aspects (págs. 305 - 335). *Food Reviews International.*
- Silva, B., Andrade, P., Valentao, P., Ferreres, F., Seabra, R., y Ferreira, M. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity. *Food Chem*, 52:4705-12.

- Suca, C. (2008). Manual de osmodeshidratacion de alimentos. Junin, Perú: In Serie tecnologias emergentes en ciencias de alimentos.
- Talcott, S., y Howard, R. (1999). Phenolic autooxidation is responsable for color degradation in processed carrot purre.
- Tito Pillaca , M. C. (2019). Evaluacion comparativa de la capacidad antioxidante del fruto liofilizado de solanum betaceum cav. (tomate de arbol) variedades rojo, amarillo y rojo morado; y formulacion de una crema antioxidante. tesis, Unuvesidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Torres, A., Guinand, J., y Ineichen, E. (2014). Aplicación de secado osmótico para la obtención de un producto de humedad intermedia de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.). Revista, Miranda Venezuela.
- Valero , E. (2017). Deshidratación osmótica de la papayita nativa (vasconcellea pubescens) en tres agentes osmodeshidratantes. Tesis pregrado , Universidad Nacional José Maria Arguedas, Ingenieía , Andahuaylas-Apurimac .
- Valle, M. (2013). Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo poscosecha del tomate. Universidad Nacional del Santa.
- Vasco, C. A. (2009).). Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (Solanum betaceum Cav.),.
- Vega , A., Palacios , M., Boglio, F., y Pássaro, C. (2007). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (Vasconcellea pubescens) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. Food Science and Technology.

Wais , N. (2011). Secado combinado de frutas: Deshidratación osmótica y microondas. Tesis doctoral , Universidad Nacional de la Plata.

Westland, s. (20 de febrero de 2001). Frequently asked question about Colour Physics. Version 2.0.a.

Yao , Z., y Le, M. M. (1997). Mathematical modelling and simulation of mass transfer in osmotic dehydration processes. Journal of Food Engineering .

Zorrilla , S. D. (2015). Influencia del Tostado de la Semilla de Plukenetia huayllabambana en el Perfil de Ácidos Grasos y Compuestos Bioactivos. Tesis de grado, Universidad Nacional La Molina, Lima.

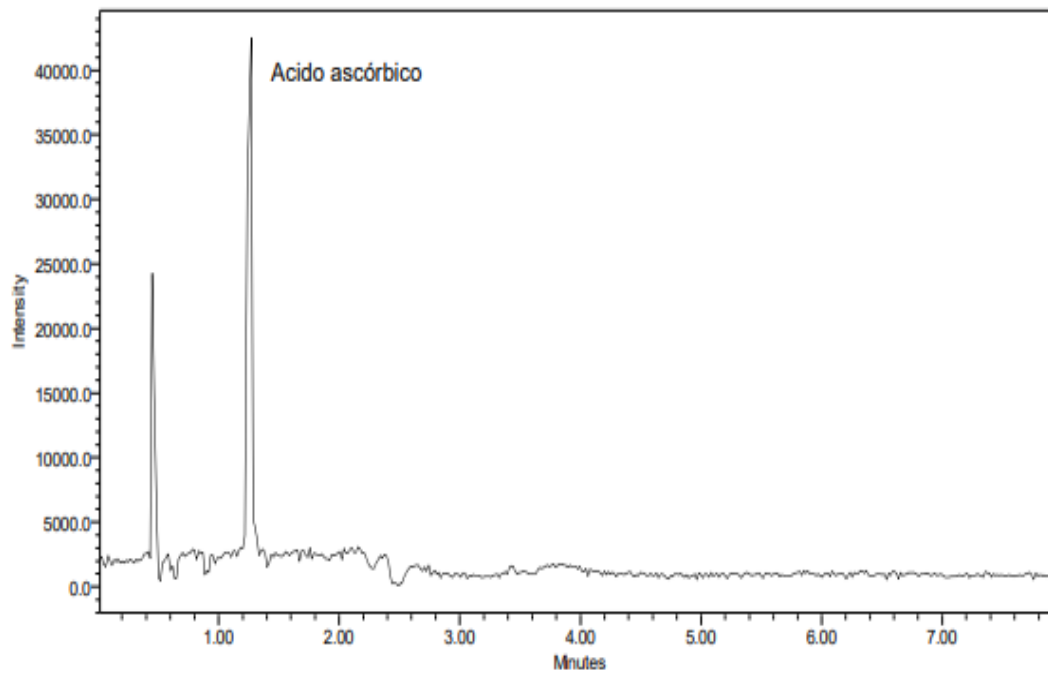
ANEXOS

Anexo 1. Datos de análisis de resultados para el contenido de ácido ascórbico.

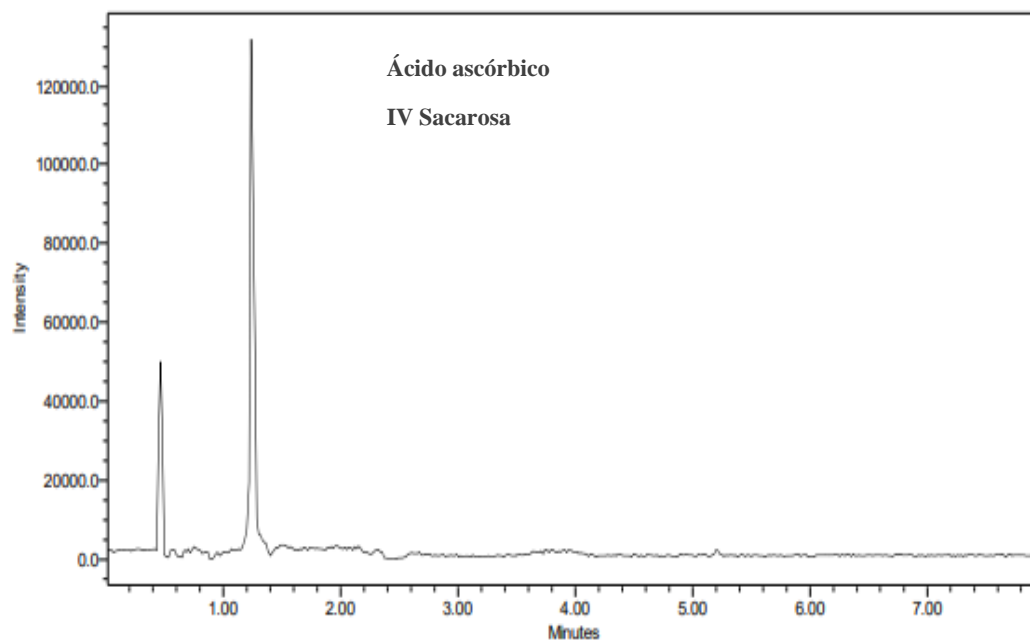
Tratamientos	Repetición	AÁ (mg/100 g b.s)
Pulpa fresca	1	119.61
	2	117.47
	3	126.97
Sacarosa IV	1	46.35
	2	42.39
	3	44.99
Miel de abeja IV	1	31.30
	2	30.10
	3	31.91
Maltodextrina IV	1	113.64
	2	117.94
	3	111.65

Anexo 2. Cromatogramas HPLC de ácido ascórbico

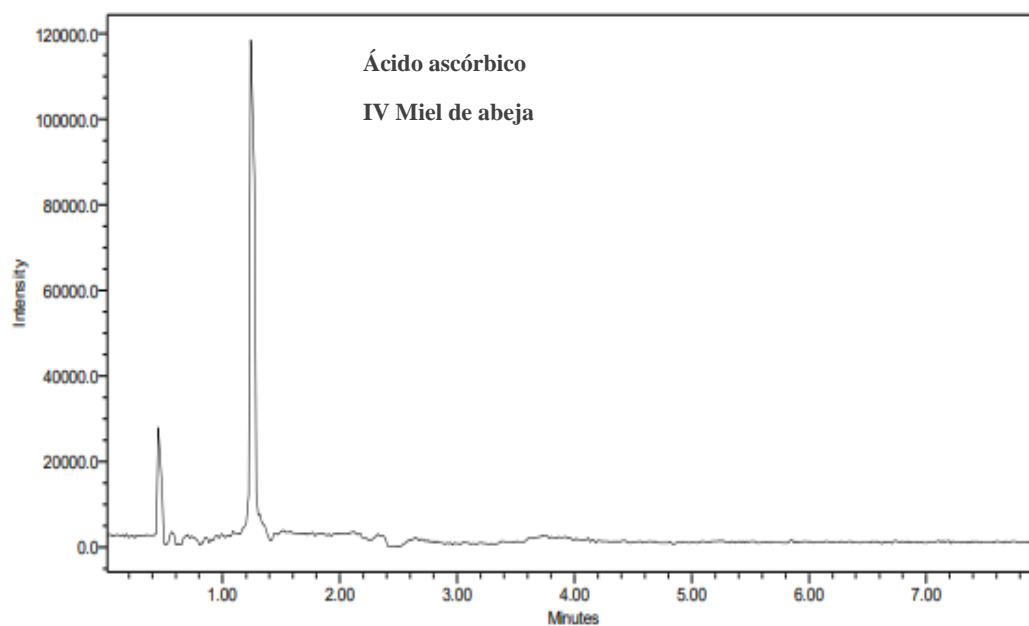
a. Cromatograma en la pulpa fresca



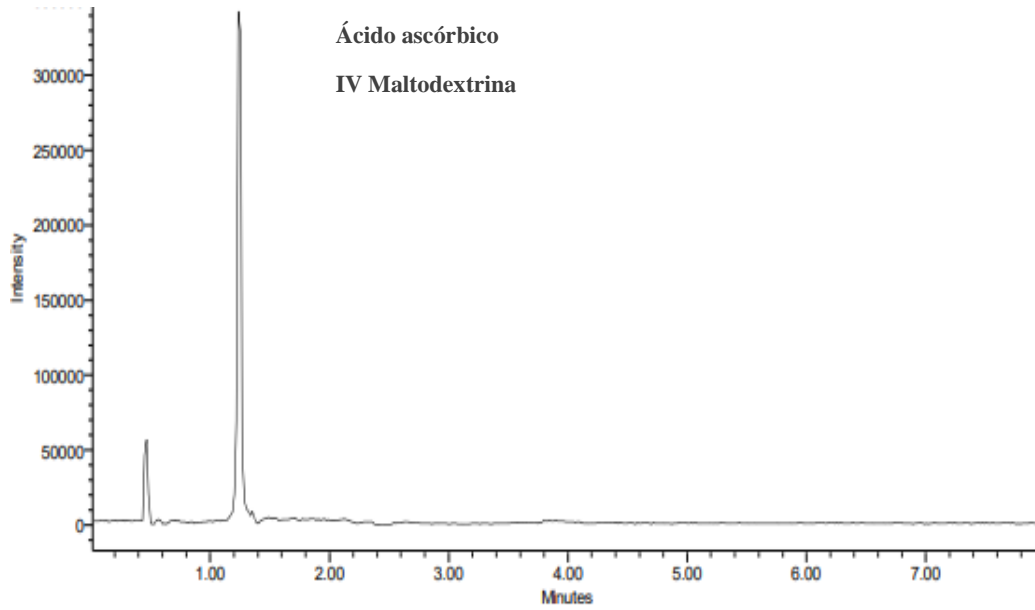
b. Cromatograma sacarosa



c. Cromatograma miel de abeja



d. Cromatograma maltodextrina



Anexo 3. Datos de análisis de resultados para el contenido de carotenoides totales

Tratamientos	Repetición	(mg/100 g de b.s)
Pulpa fresca	1	25.50
	2	24.43
	3	23.93
Sacarosa IV	1	12.29
	2	11.15
	3	11.40
Miel de abeja IV	1	8.19
	2	7.22
	3	6.32
Maltodextrina IV	1	11.51
	2	11.45
	3	11.38

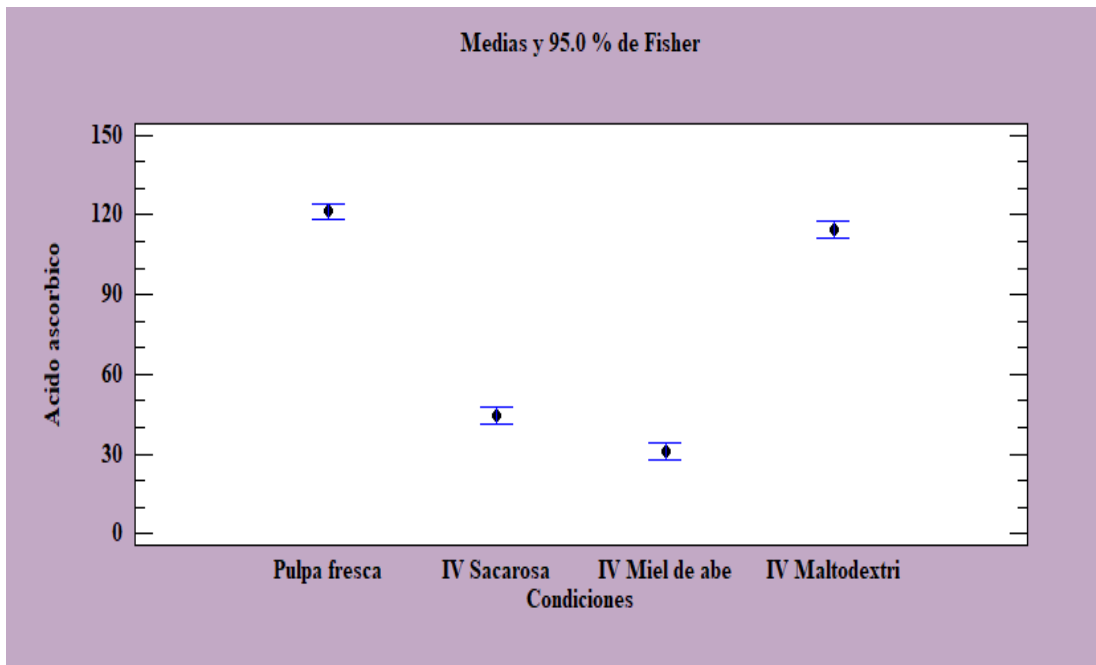
Anexo 4. Datos de análisis de resultados para la capacidad antioxidante

Tratamientos	Repetición	Método DPPH (μmol Equiv. Trolox /100 g b.s)	Método ORAC (μmol Equiv.Trolox /100 g b. s)
Pulpa fresca	1	1760,79	30563.88
	2	1670.49	30907.37
	3	1879.08	30129.80
Sacarosa IV	1	698.72	13323.94
	2	689.61	13059.65
	3	709.84	12745.86
Miel de abeja IV	1	533.11	11689.08
	2	524.84	11868.90
	3	524.84	12459.43
Maltodextrina IV	1	1279.50	21692.24
	2	1296.00	19582.20
	3	1246.33	20085.61

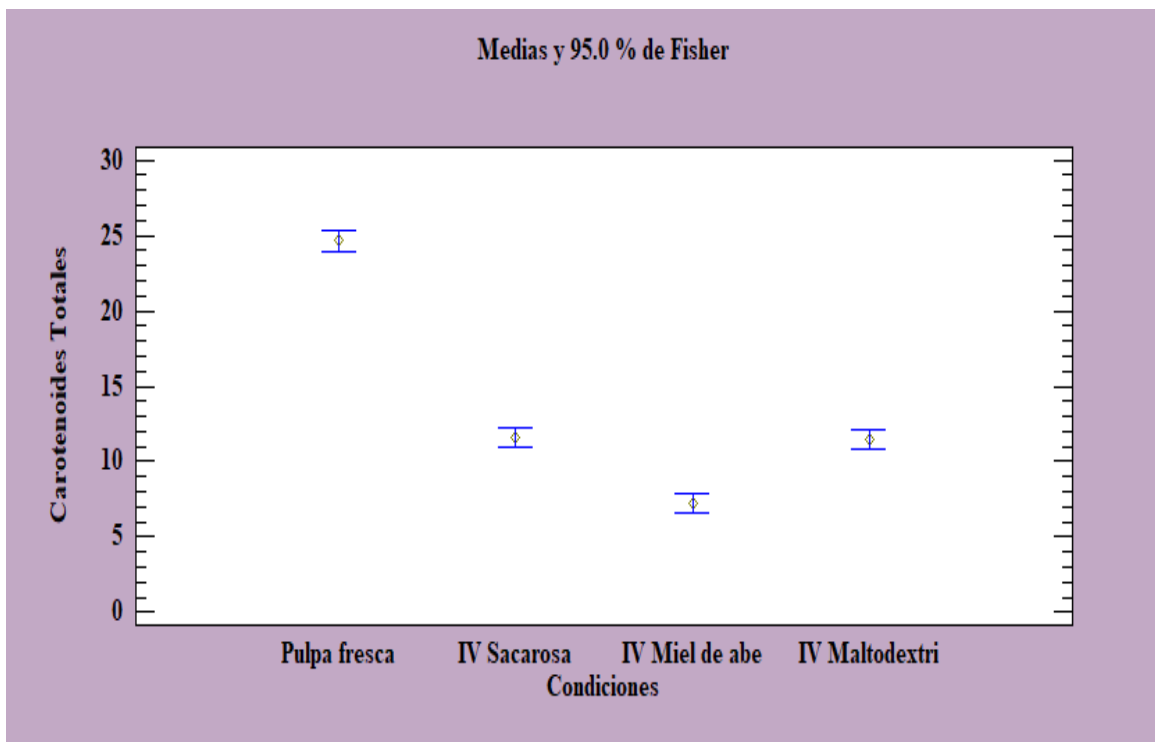
Anexo 5. Datos para el índice de color (IC*)

Tratamientos	Repetición	*L	*a	*b	IC^*
Pulpa fresca	1	40.21	8.2	12.34	16.53
	2	41.53	8.49	12.5	16.35
	3	42.52	10.95	15.19	16.95
Sacarosa IV	1	41.28	15.34	23.75	15.65
	2	44.49	17.26	25.51	15.21
	3	43.766	15.56	24.55	14.48
Miel de abeja IV	1	41.02	12.31	19.28	15.57
	2	40.78	9.96	16.05	15.22
	3	40.89	9.63	16.12	14.61
Maltodextrina IV	1	38.34	9.45	15.84	15.56
	2	39.45	9.2	15.4	15.14
	3	39.58	10.88	17.55	15.66

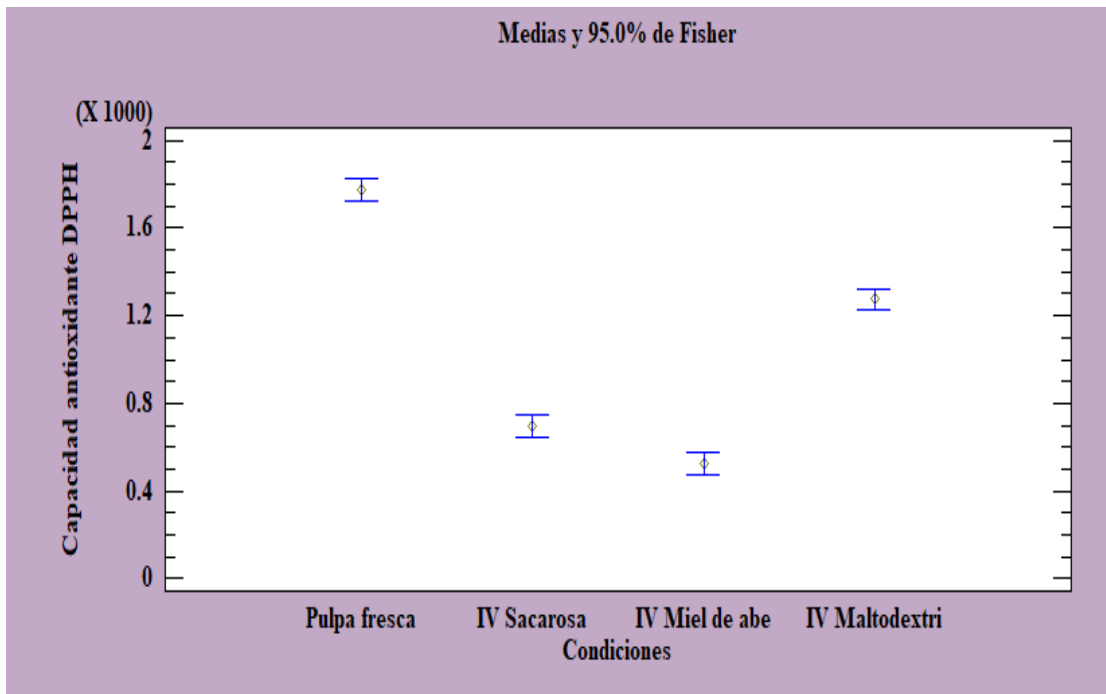
Anexo 6: Gráfico de medias para el ácido ascórbico



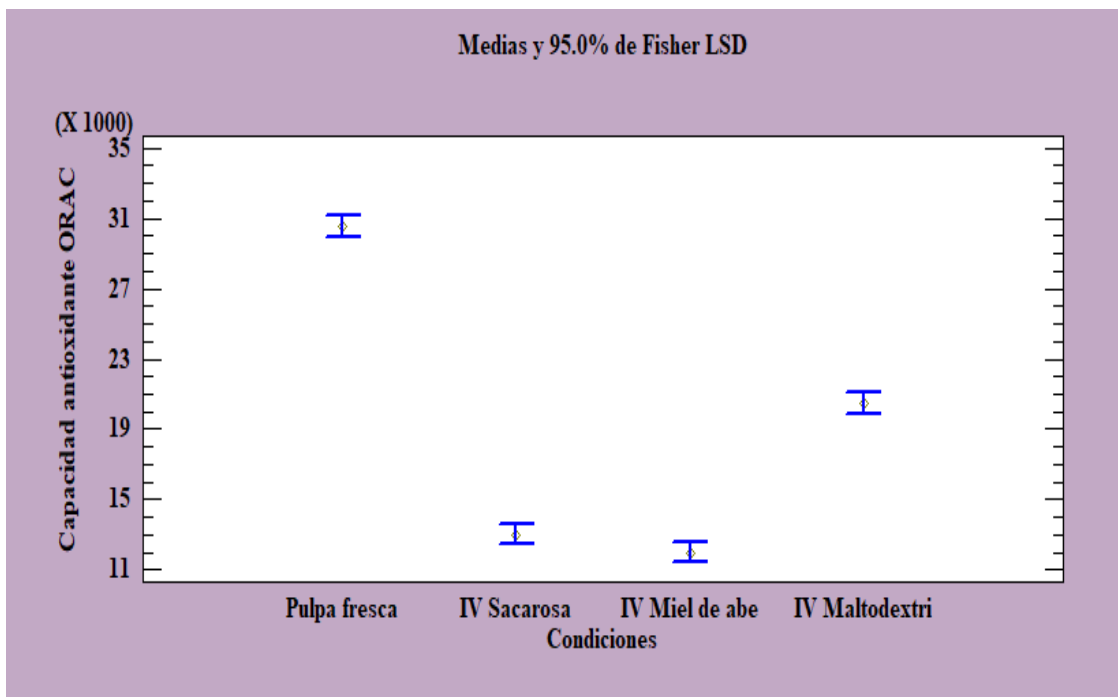
Anexo 7: Gráfico de media para carotenoides totales



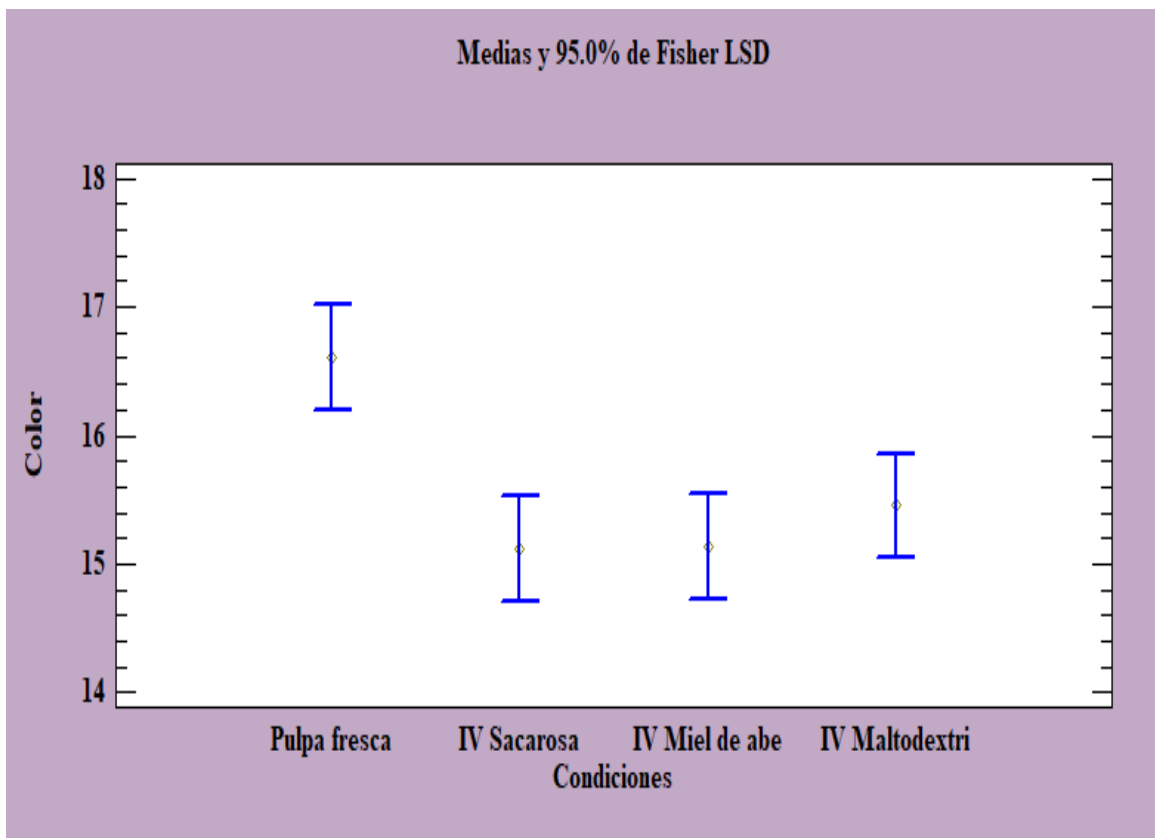
Anexo 8: Gráfico de media para la capacidad antioxidante DPPH



Anexo 9: Gráfico de medias para la capacidad antioxidante ORAC



Anexo 10: Gráfico de media para el índice de color



Anexo 11. Características fisicoquímicas de la pulpa fresca y osmodeshidratada

Anexo 11.a.: Porcentaje de humedad para la pulpa fresca y osmodeshidratada

Muestra	Humedad (%)
Pulpa fresca	86.7 ± 0.6
IV Sacarosa	64.3 ± 0.6
IV Miel de abeja	61.0 ± 0.0
IV Maltodextrina	68.0 ± 0.6

Anexo 11.b: Actividad de agua para la pulpa gresca y osmodeshidratada

Muestra	Aw
Pulpa fresca	1.00 ± 0.00
IV Sacarosa	0.94 ± 0.02
IV Miel de abeja	0.91 ± 0.02
IV Maltodextrina	0.96 ± 0.01

Anexo 11.c: Porcentaje de materia seca para la pulpa fresca y osmodeshidratada

Muestra	Materia seca (%)
Pulpa fresca	13.29 ± 0.08
IV Sacarosa	31.90 ± 0.35
IV Miel de abeja	35.43 ± 3.06
IV Maltodextrina	31.73 ± 0.67

Anexo 11.d: Porcentaje de acidez para la pulpa fresca y osmodeshidratada

Tratamientos	Acidez (%)
Pulpa fresca	1.57 ± 0.01
IV Sacarosa	1.60 ± 0.05
IV Miel de abeja	1.71 ± 0.02
IV Maltodextrina	1.25 ± 0.06

Anexo 11.e: Solidos solubles para la pulpa fresca y osmodeshidratado

Tratamientos	Solidos solubles (°Brix)
Pulpa fresca	11.17 ± 0.29
IV Sacarosa	29.17 ± 2.75
IV Miel de abeja	33.50 ± 0.50
IV Maltodextrina	23.00 ± 2.00

Anexo 11.f: pH para la pulpa fresca y osmodeshidratado

Tratamientos	pH
Pulpa fresca	3.73 ± 0.01
IV Sacarosa	3.91 ± 0.02
IV Miel de abeja	3.69 ± 0.02
IV Maltodextrina	3.95 ± 0.02

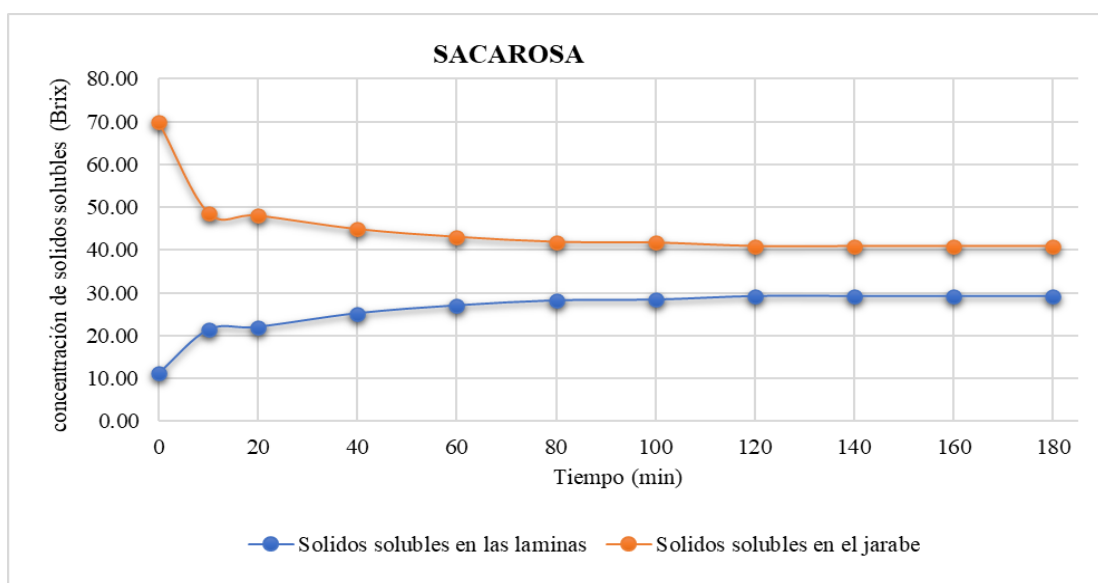
Anexo 12. Cinética de deshidratación osmótica

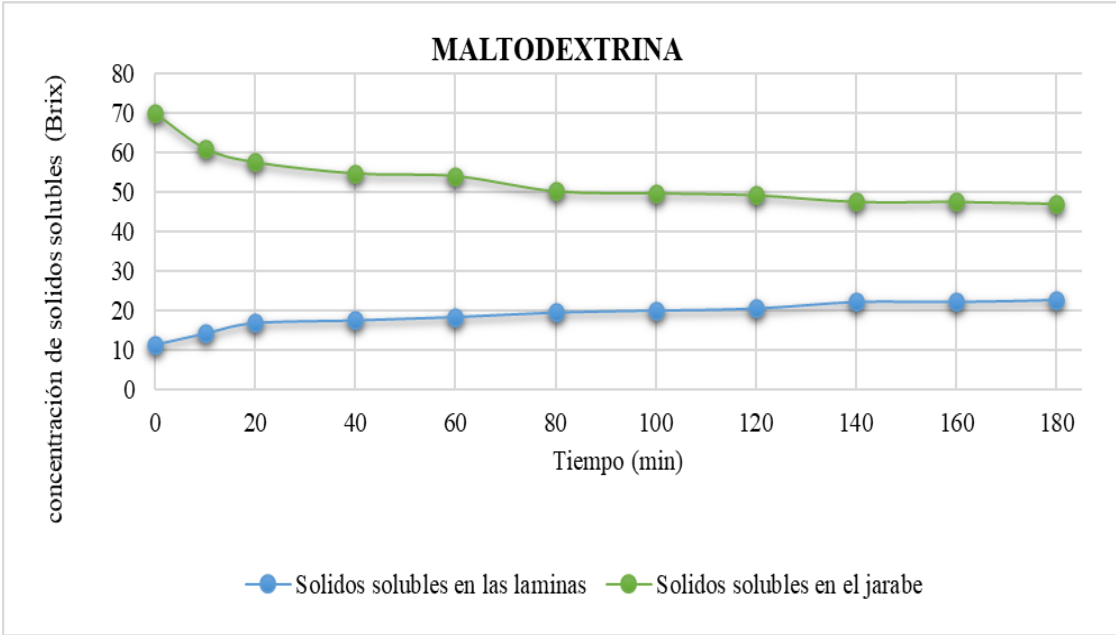
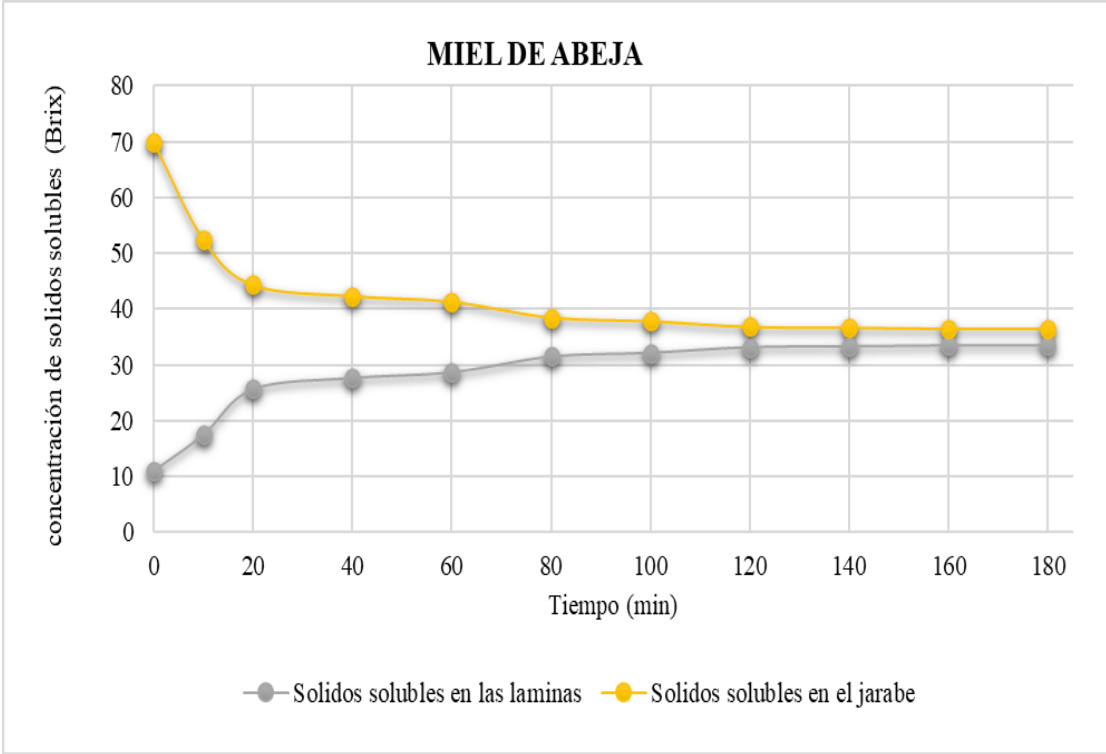
Determinaciones analíticas	Osmodeshidratación con impregnación al vacío		
	Sacarosa	Miel de abeja	Maltodextrina
Pérdida de peso PP (%)	34.4 ± 0.24	33.90 ± 0.51	32.53 ± 0.76
Perdida de agua PA (%)	43.16 ± 3.21	45.50 ± 5.38	33.58 ± 0.24
Ganancia de solidos GS (%)	8.73 ± 3.43	11.27 ± 5.23	1.59 ± 0.38

Anexo 13. Difusividad efectiva del sachatmate osmodeshidratado con impregnación al vacío

Tratamientos	Difusividad ($D_{ef,ss} = \frac{m^2}{s}$)
IV Sacarosa	7.6835×10^{-11}
IV Miel de abeja	1.7802×10^{-11}
IV Maltodextrina	2.6429×10^{-11}

Anexo 14. Curvas de deshidratación osmótica con impregnación al vacío



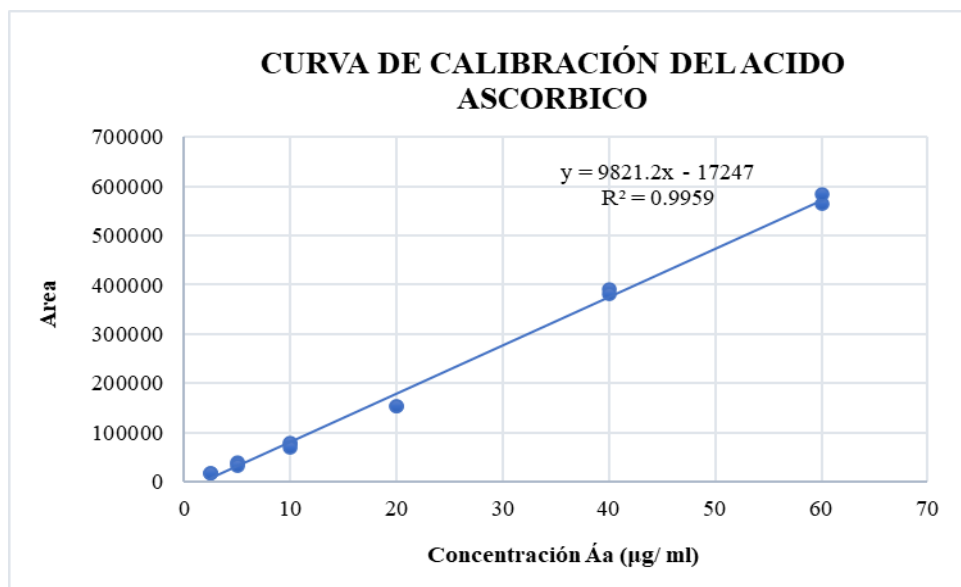


Anexo 15. Método para la cuantificación del ácido ascórbico

El ácido ascórbico se cuantificó según el método de Valle (2013) con algunas modificaciones. En un tubo falcón de 50 ml se pesó 5 g de muestra y se mezcló con 20 ml de agua ultra pura; Homogenizar en el ultraturax por 15 segundos a 4,800 rpm, luego se Centrifugo por 10 min a 10,000 rpm a 6°C y se procedió a separar el sobrenadante del precipitado el cual fue almacenado en oscuridad a -20°C hasta el momento del análisis respectivo.

La determinación del ácido ascórbico se realizó en un UPLC (Cromatografía líquida de ultra rendimiento). Finalmente, el contenido de ácido ascórbico se estimó a partir de la curva estándar elaborada con una solución de ácido ascórbico como patrón con concentraciones de 2.5, 5, 10, 20, 40 y 60 µg/ml. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico / 100g de muestra.

Anexo 16. Curva estándar del ácido ascórbico

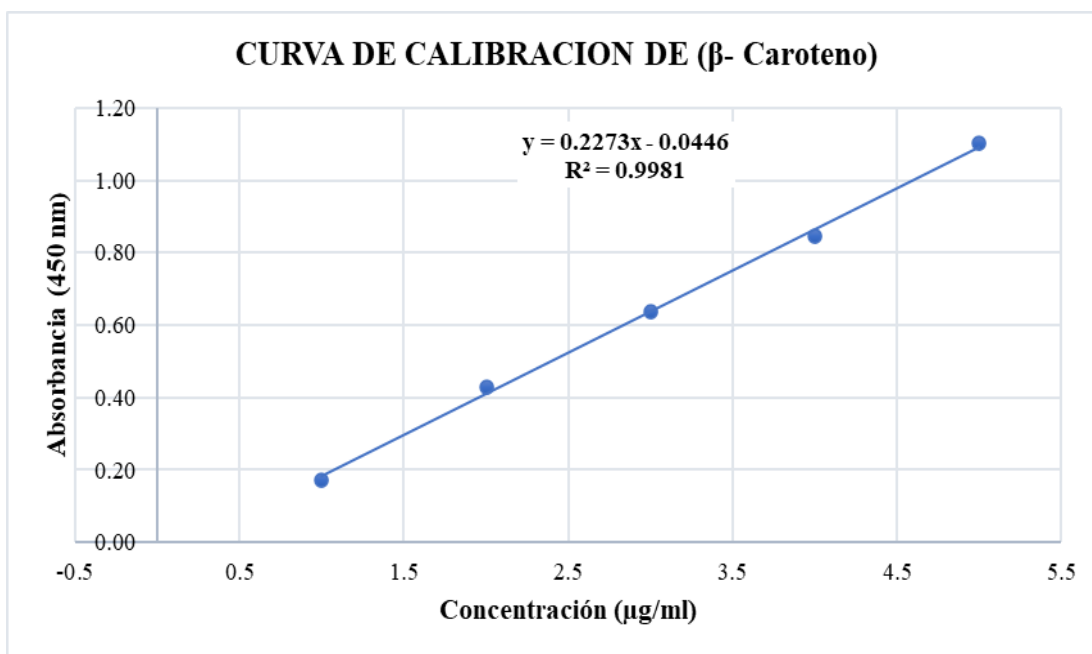


Anexo 17. Método para la cuantificación de carotenoides totales

La cuantificación de los carotenoides totales se realizó siguiendo el método reportado por Talcott y Howard (1999) con algunas modificaciones.

Se pesaron 5 g de muestra y se adiciono 20 mL de una solución acetona-etanol (1:1) que contenía 200 mg/L de BHT. Se homogenizo con el ultraturax a 4,800 rpm por 1 min hasta obtener una consistencia uniforme. La mezcla protegida de la luz se filtró con papel Whatman N° 1 y se lavó con el solvente (acetona: etanol) hasta que no se observe más cambio en el color hasta llegar a un volumen de 80 mL. Se transfirió el filtrado a una pera de decantación de 250 ml, se le adiciono 20 mL de éter de petróleo se agito vigorosamente y se dejó en reposo la solución por 30 min. Luego se añadió 25 ml de agua ultra pura se agito la solución y dejó en reposo por 10 min hasta la separación de dos fases. Se tomó una alícuota de la fase superior y realizo la lectura en el espectrofotómetro a 450 nm, usando éter de petróleo como blanco. Se realizó la curva de calibración con el estándar de β -caroteno solución stock 200 $\mu\text{g/ml}$ a concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 $\mu\text{g/ml}$. Posteriormente se calculó el contenido de carotenoides utilizando la curva estándar de β -caroteno y los resultados fueron expresados en mg de β -caroteno equivalente (βCE) / 100 g de muestra.

Anexo 18. Curva estándar del β -caroteno



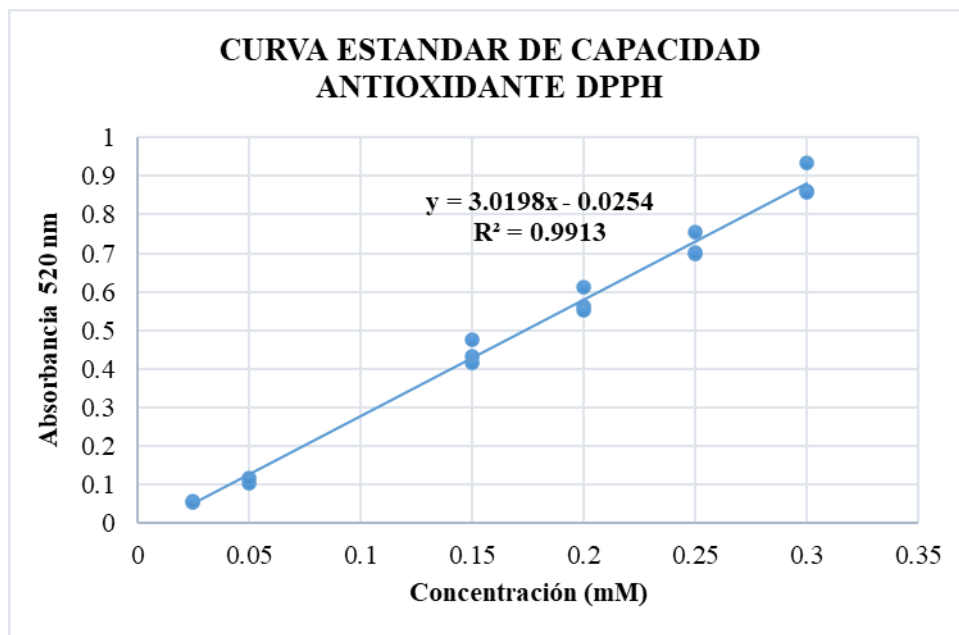
Anexo 19. Metodología para determinar la capacidad antioxidante método DPPH

Para la extracción de la muestra se utilizó la metodología según Kim y Lee (2002) basada en extracción ultrasonica. Se peso 5 g de muestra se homogenizo en 25 ml de la solución extractora (MeOH 80 %) con el ultraturax a 4,800 rpm durante 30 segundos, posteriormente se realizó la sonicación por 20 minutos y se procedió a centrifugar a 10,000 rpm durante 15 min a 10 °C y los extractos se recolectaron en un tubo falcón de 50 mL. El procedimiento de extracción se volvió a repetir, se homogenizo el concentrado con 15 ml de MeOH 80% en un agitador vortex por 30 segundos a 3.000 rpm luego se llevó a centrifugar a 10,000 rpm durante 15 min a 10 °C. Se separó el extracto del residuo y se juntó con el extracto obtenido anteriormente el cual fue almacenado en oscuridad a -20°C hasta el momento del análisis respectivo.

Para el análisis del DPPH se utilizó el método según Blois (1958) citado por (Ben Mansour et al., 2016). Los ensayos de la capacidad antioxidante se realizaron en el Lector Multi-Modal de Microplacas Synergy H1. Método basado en la disminución de la concentración (absorbancia) que tiene una solución patrón del reactivo (radical libre) 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Se utilizó como solución estándar el Trolox. La solución stock del Trolox fue preparada (MeOH al 80%) a 8000 μM la cual fue diluida una primera dilución de 1000 μM . Seguidamente se realizó una segunda dilución de concentración 500 μM a partir de la segunda dilución se prepararon diferentes concentraciones: 25, 50, 100, 150, 200 y 250 μM para la construcción de la curva estándar. Para la reacción se utilizó 50 μL del blanco o el estándar de Trolox o las muestras con 150 μL Solución de DPPH (275 μM) con agitación a máxima intensidad durante 10 segundos y encubadas por 20 min en oscuridad a temperatura ambiente. La absorbancia fue medida a una longitud de onda 520 nm transcurridos los 20 min de incubación. La capacidad antioxidante fue

calculada a partir de la absorbancia que fueron reemplazadas en la curva estándar del Trolox. Los resultados se expresaron como $\mu\text{mol Equiv. Trolox} / 100 \text{ g}$ de muestra.

Anexo 20. Curva estándar para la capacidad antioxidante en el método DPPH



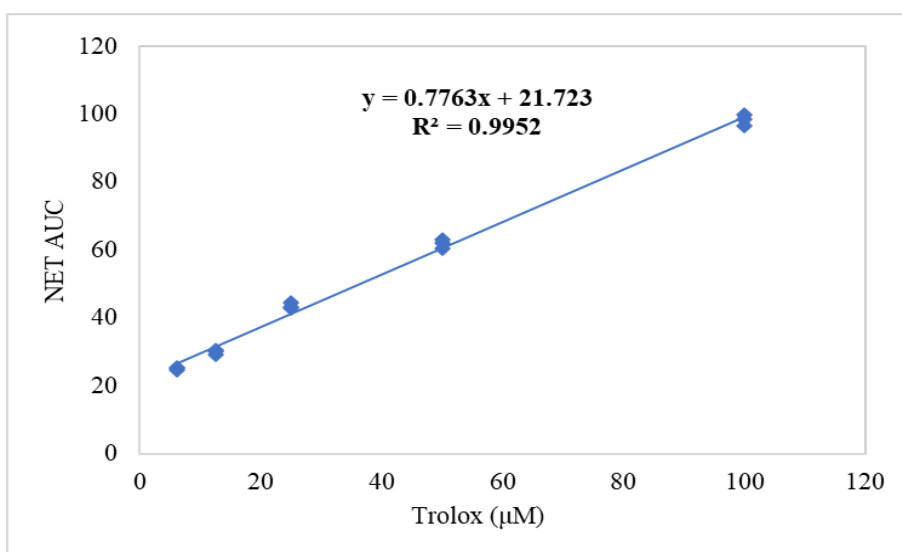
Anexo 21. Metodología para determinar la capacidad antioxidante ORAC

Para el análisis se siguió la metodología según (Huang y Ou, 2002) y citado por Peter, (2012). El ensayo se realizó en un Lector Multi-Modal de Microplacas Synergy H1. Se utilizó como solución estándar al Trolox, AAPH como generador de los radicales de peroxilo y la solución de fluoresceína. La solución stock del Trolox fue preparada a una concentración de $8000 \mu\text{M}$ diluida en Buffer Fosfato (75 mM , $\text{pH } 7.4$). Se realizó una primera dilución a $1000 \mu\text{M}$ a partir de esta dilución se preparó las diferentes concentraciones: 6.25 , 12.5 , 25 , 50 , y $100 \mu\text{M}$ para la construcción de la curva estándar.

Para el ensayo se añadieron en los pocillos de la placa $50 \mu\text{L}$ del control Buffer fosfato 75 mM ($\text{pH } 7.4$) y $25 \mu\text{L}$ del blanco Buffer fosfato 75 mM ($\text{pH } 7.4$) o el estándar de Trolox o las muestras de la más diluida a la más concentrada. Luego se adiciono $150 \mu\text{L}$ de la solución de

fluoresceína (2.67 nM en Buffer fosfato 75 mM (pH 7.4)). Posteriormente se agito a máxima intensidad durante 10 segundos e incubo la placa por 30 min a 37 °C hasta su inyección automática de 25 µL de la solución de AAPH (75 mM en Buffer fosfato 75 mM (pH 7.4)). La intensidad de la fluorescencia fue medida cada minuto durante 2 horas a 37 °C con longitud de onda de excitación y emisión de 485 y 520 nm. Los resultados fueron calculados usando el área bajo la declinación de las curvas y fueron expresados como (µmol Tx Equiv. /100 g muestra).

Anexo 22. Curva estándar para la capacidad antioxidante en el método ORAC



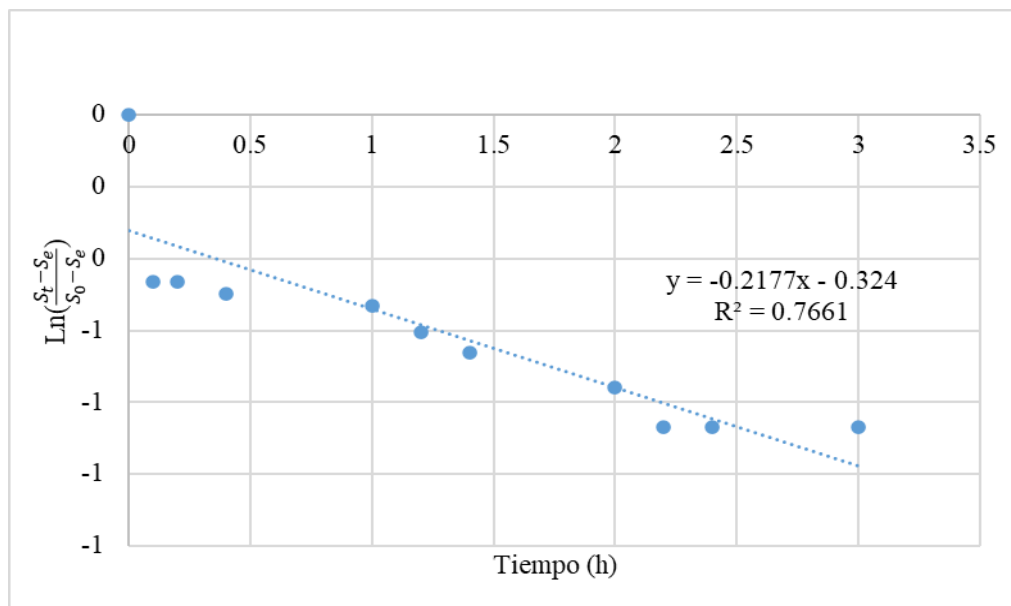
Anexo 23. Metodología para determinar el índice de color

Para la determinación se utilizó el método CIElab que define un espacio tridimensional con tres planos, cuyas coordenadas son los parámetros $L^*a^*b^*$, en donde L es la luminosidad cuyos valores van de 0 (negro) a 100 (blanco), a^* es la coordenada de color entre rojo (+) y verde (-) y b^* es la coordenada de color entre amarillo (+) y azul (-) (Westland, 2001).

Las muestras se colocaron en placas Petri y se procedió a colocar el prisma del colorímetro sobre la superficie de las muestras para realizar las mediciones. Las mediciones se realizaron en 12 puntos de forma aleatoria para cada tratamiento

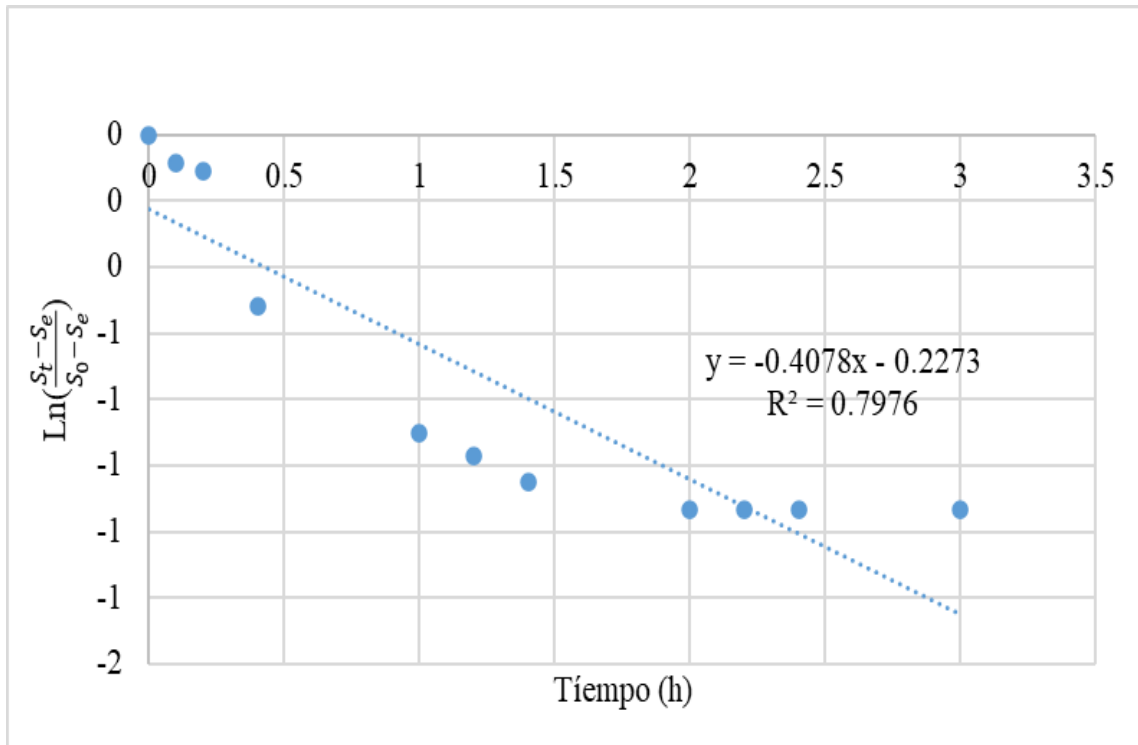
Anexo 24. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ sacarosa R1

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		46	24	0.629	-0.464
0.2	20		46	24	0.629	-0.464
0.4	40		45.5	24.5	0.609	-0.496
1	60		45	25	0.588	-0.531
1.2	80	11	44	26	0.545	-0.606
1.4	100		44	27	0.515	-0.663
2	120		43	28	0.469	-0.758
2.2	140		42	29	0.419	-0.869
2.4	160		42	29	0.419	-0.869
3	180		42	29	0.419	-0.869



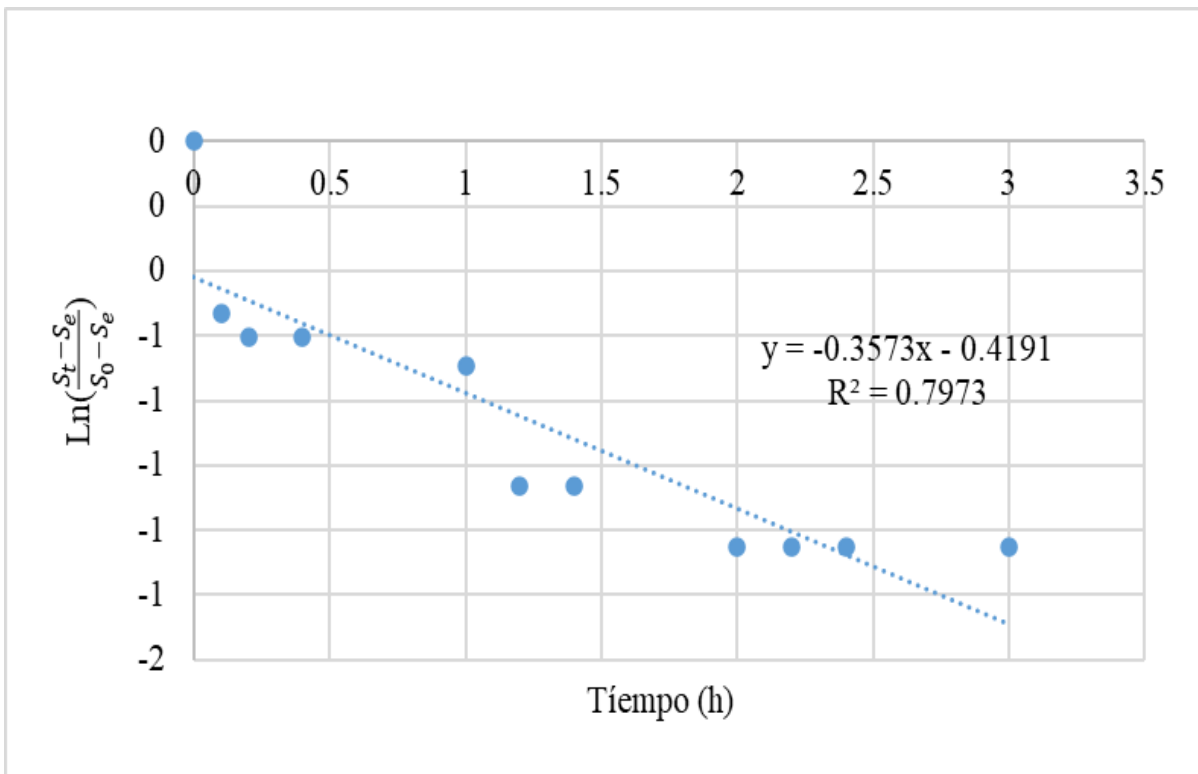
Anexo 25. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ sacarosa R2

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11.5	1	0
0.1	10		55	15	0.920	-0.084
0.2	20		54	16	0.894	-0.112
0.4	40		45	25	0.597	-0.516
1	60		41	29	0.407	-0.899
1.2	80	11.5	40.5	29.5	0.379	-0.969
1.4	100		40	30	0.351	-1.047
2	120		39.5	30.5	0.321	-1.135
2.2	140		39.5	30.5	0.321	-1.135
2.4	160		39.5	30.5	0.321	-1.135
3	180		39.5	30.5	0.321	-1.135



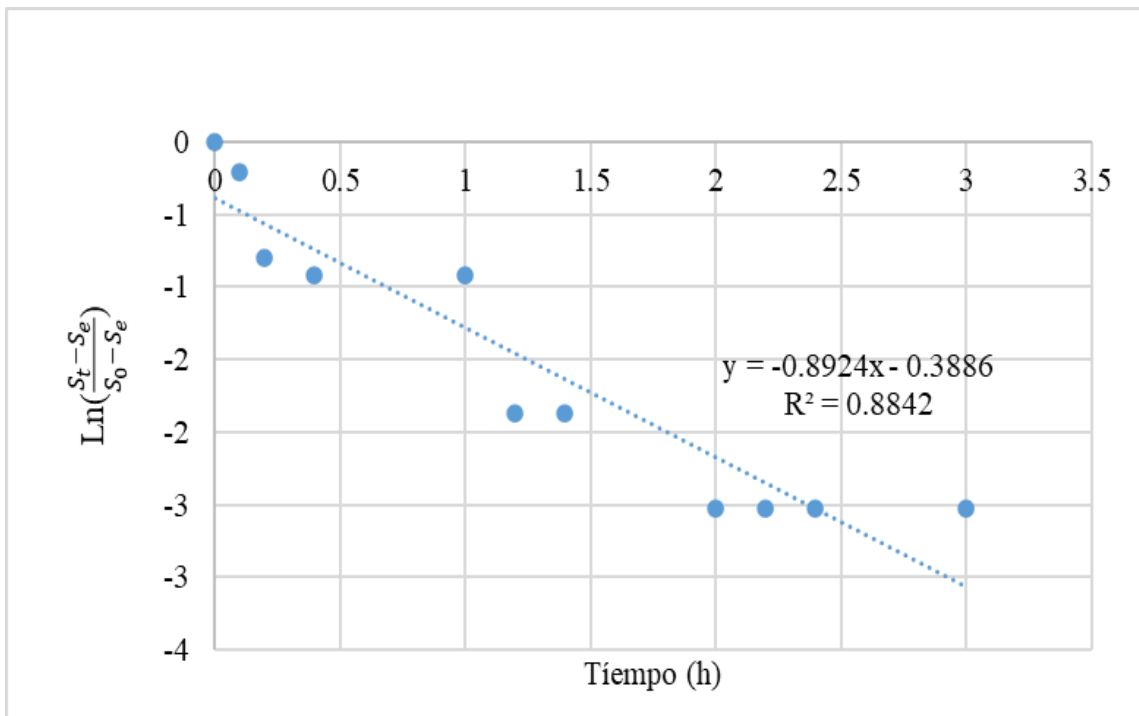
Anexo 26. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ sacarosa R3

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		45	25	0.588	-0.531
0.2	20		44	26	0.545	-0.606
0.4	40		44	26	0.545	-0.606
1	60		43	27	0.500	-0.693
1.2	80	11	40	30	0.345	-1.065
1.4	100		40	30	0.345	-1.065
2	120		39	31	0.286	-1.253
2.2	140		39	31	0.286	-1.253
2.4	160		39	31	0.286	-1.253
3	180		39	31	0.286	-1.253



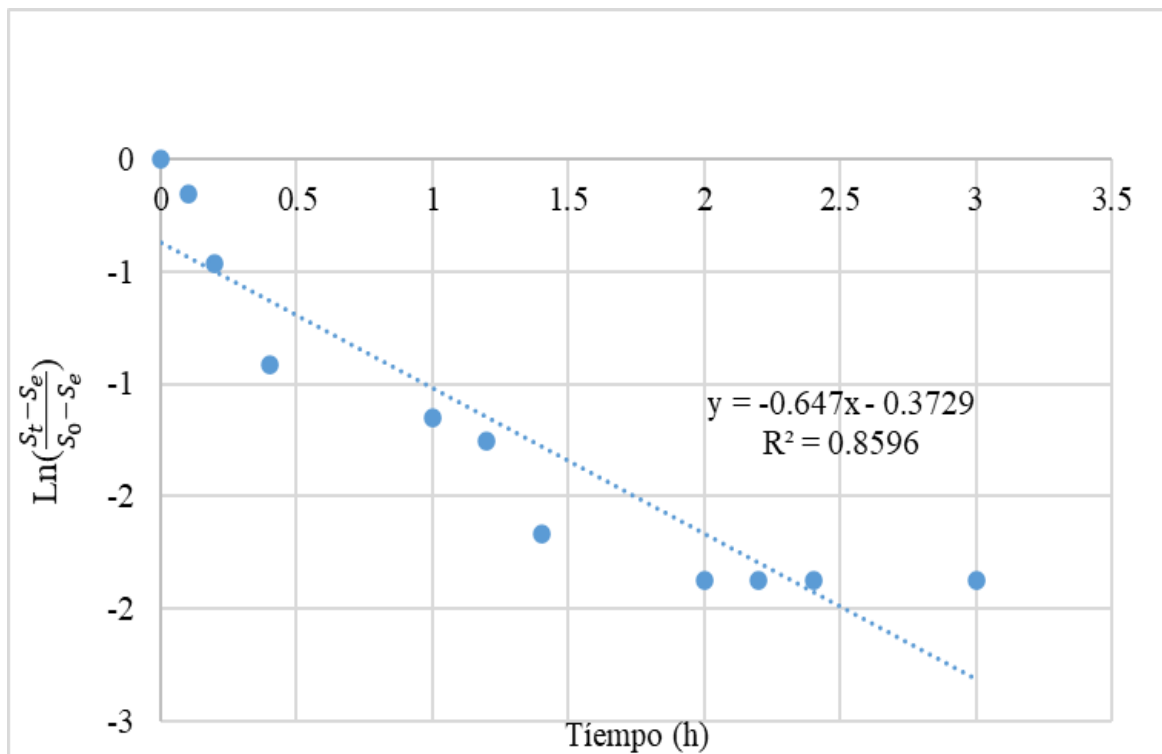
Anexo 27. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ miel de abeja R1

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		51.5	18.5	0.815	-0.205
0.2	20		42	28	0.452	-0.795
0.4	40		41	29	0.400	-0.916
1	60		41	29	0.400	-0.916
1.2	80	11	37	33	0.154	-1.872
1.4	100		37	33	0.154	-1.872
2	120		36	34	0.080	-2.526
2.2	140		36	34	0.080	-2.526
2.4	160		36	34	0.080	-2.526
3	180		36	34	0.080	-2.526



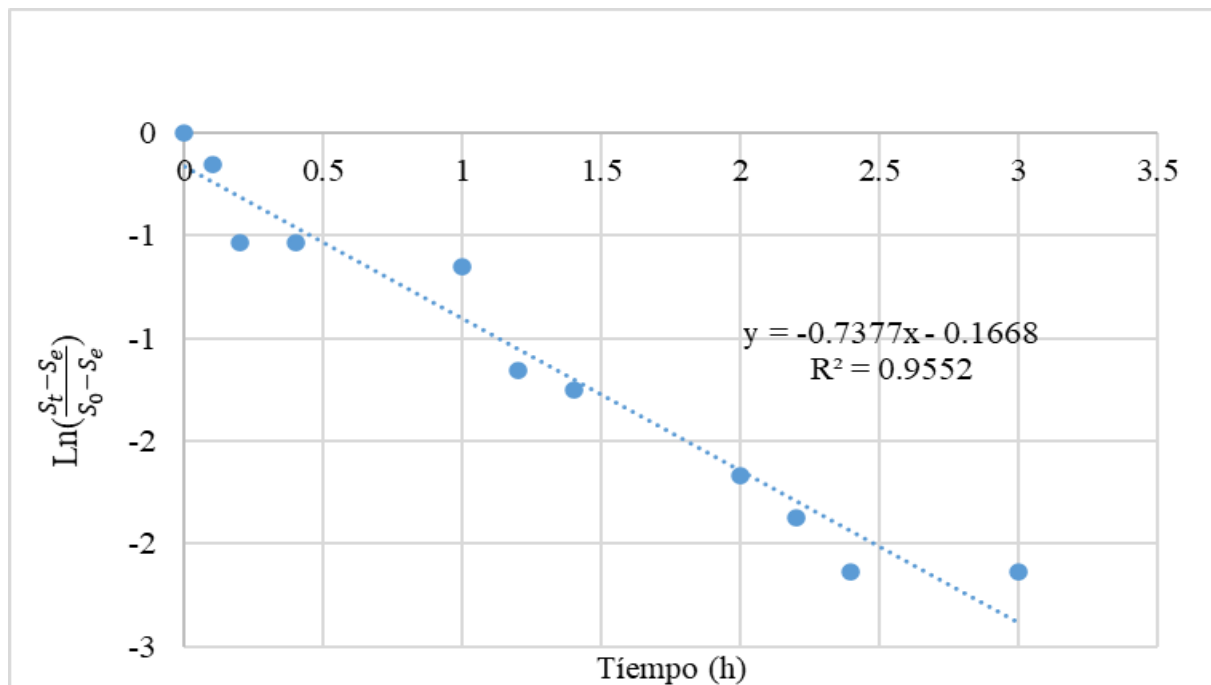
Anexo 28. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ miel de abeja R2

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		53	17	0.857	-0.154
0.2	20		46	24	0.629	-0.464
0.4	40		41	29	0.400	-0.916
1	60		39.5	30.5	0.316	-1.153
1.2	80		39	31	0.286	-1.253
1.4	100	11	37.5	32.5	0.189	-1.668
2	120		37	33	0.154	-1.872
2.2	140		37	33	0.154	-1.872
2.4	160		37	33	0.154	-1.872
3	180		37	33	0.154	-1.872



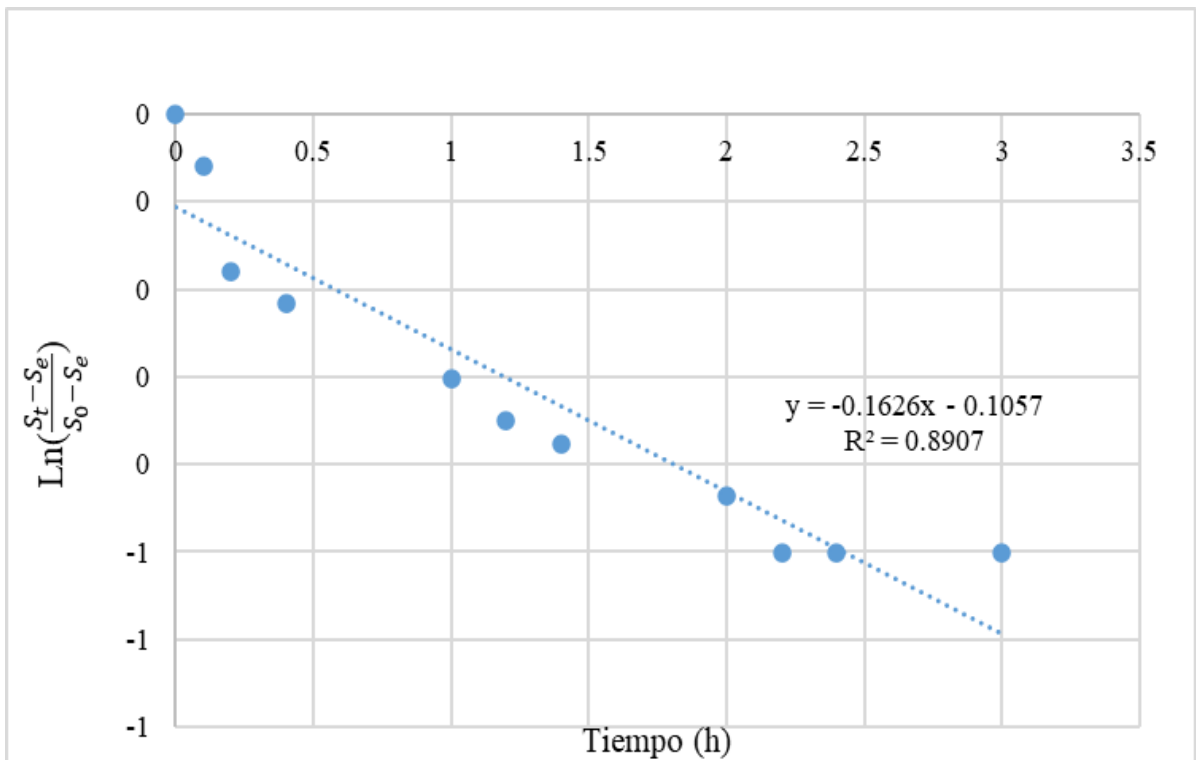
Anexo 29. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ miel de abeja R3

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		53	17	0.857	-0.154
0.2	20		45	25	0.588	-0.531
0.4	40		45	25	0.588	-0.531
1	60		43.5	26.5	0.523	-0.648
1.2	80	11	39.5	30.5	0.316	-1.153
1.4	100		39	31	0.286	-1.253
2	120		37.5	32.5	0.189	-1.668
2.2	140		37	33	0.154	-1.872
2.4	160		36.5	33.5	0.118	-2.140
3	180		36.5	33.5	0.118	-2.140



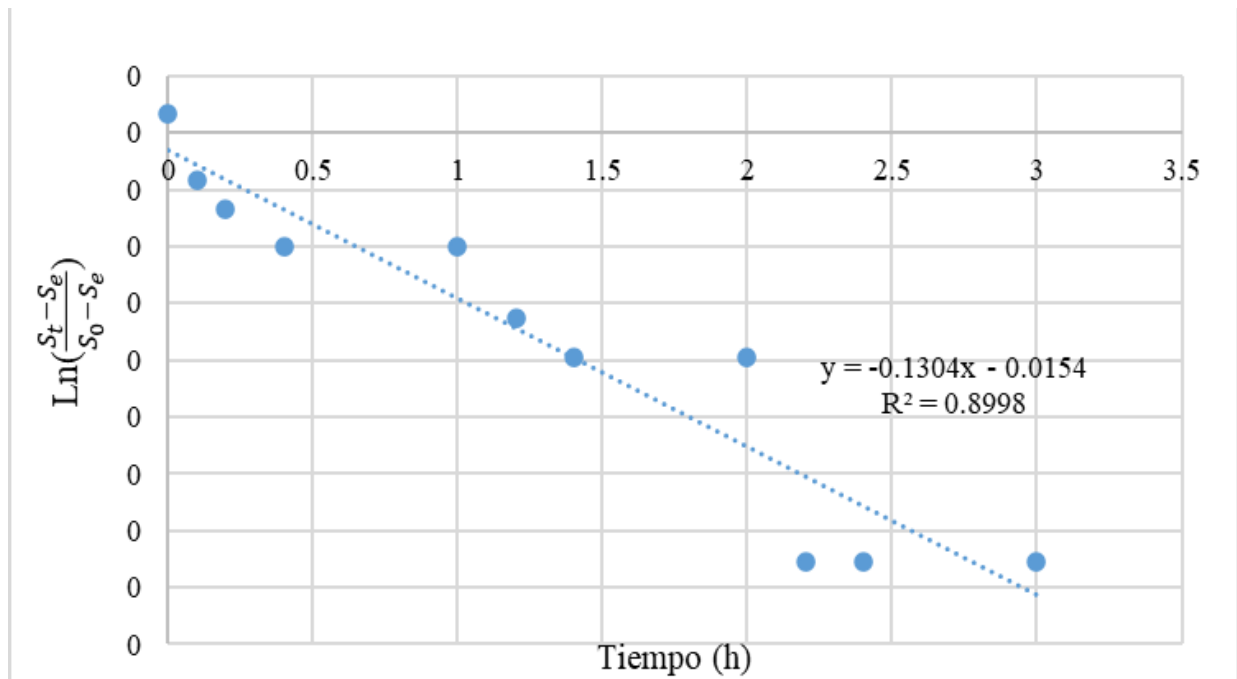
Anexo 30. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ maltodextrina R1

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	12	1	0
0.1	10		55.5	14.5	0.943	-0.059
0.2	20		51.5	18.5	0.835	-0.180
0.4	40		50.5	19.5	0.805	-0.217
1	60		48.5	21.5	0.740	-0.301
1.2	80		47.5	22.5	0.704	-0.351
1.4	100	12	47	23	0.686	-0.377
2	120		46	24	0.647	-0.435
2.2	140		45	25	0.606	-0.501
2.4	160		45	25	0.606	-0.501
3	180		45	25	0.606	-0.501



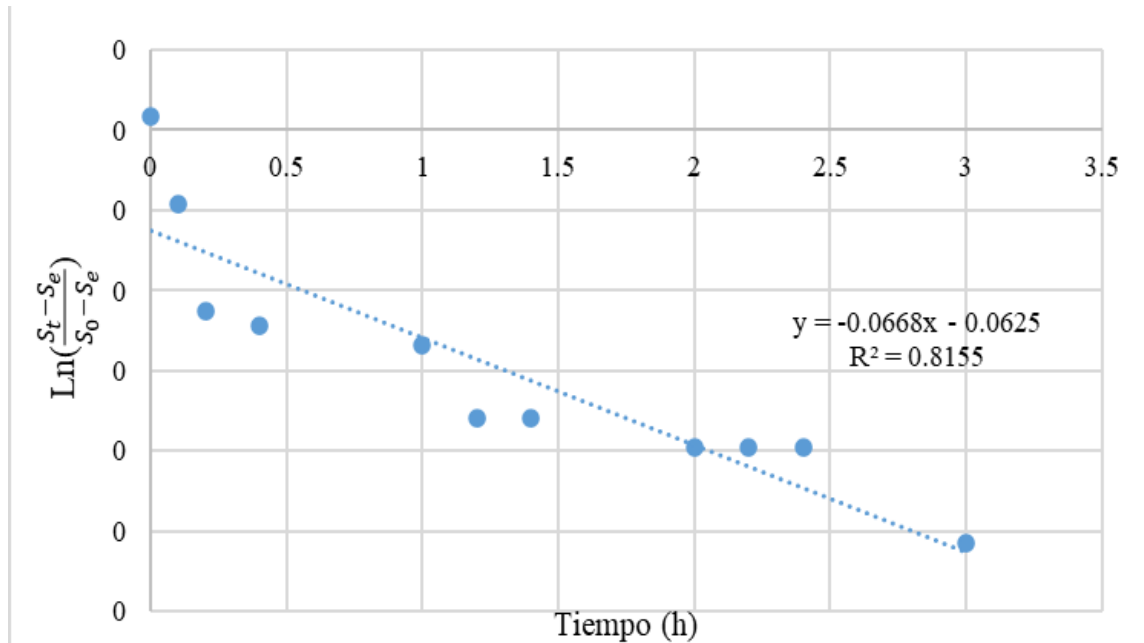
Anexo 31. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ maltodextrina R2

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11	1	0
0.1	10		61	14	0.959	-0.042
0.2	20		58	15	0.935	-0.067
0.4	40		54	16	0.905	-0.100
1	60		54	16	0.905	-0.100
1.2	80	12	52	18	0.850	-0.163
1.4	100		51	19	0.821	-0.198
2	120		51	19	0.821	-0.198
2.2	140		47	23	0.686	-0.377
2.4	160		47	23	0.686	-0.377
3	180		47	23	0.686	-0.377



Anexo 32. Datos y gráfico para hallar la pendiente y determinar la $D_{e,ss}$ maltodextrina R3

Tiempo (hora)	Tiempo (min)	So Concentración de sólidos solubles iniciales de las láminas en el jarabe (°Brix) a un t = 0	Se Concentración de sólidos solubles en el jarabe (°Brix) a diferentes tiempos	St Concentración de sólidos solubles (°Brix) de las láminas a un tiempo	$\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}$	$\ln\left(\frac{S_t - S_e}{S_0 - S_e}\right)$
0	0		70	11.5	1	0
0.1	10		67	14.5	0.955	-0.047
0.2	20		63.5	17.5	0.893	-0.113
0.4	40		60	17.5	0.885	-0.122
1	60		60	18	0.875	-0.134
1.2	80	12	51.5	18.5	0.835	-0.180
1.4	100		51.5	18.5	0.835	-0.180
2	120		51	19	0.821	-0.198
2.2	140		51	19	0.821	-0.198
2.4	160		51	19	0.821	-0.198
3	180		49.5	20.5	0.773	-0.257



Anexo 33. Obtención de la pulpa fresca y osmodeshidratada con impregnación al vacío



Imagen 1. Selección de la materia prima



Imagen 2. Lavado y desinfección



Imagen 3. Pelado de la materia prima



Imagen 6. Cortado en láminas



Imagen 5. Preparación del jarabe a 70 °Brix



Imagen 4. Osmodeshidratación (IV)



Imagen 8. Drenado del jarabe



Imagen 7. Láminas osmodeshidratada

Anexo 34. Análisis fisicoquímico



Imagen 11. Determinación de acidez



Imagen 10. Determinación de pH



Imagen 9. Determinación de Aw



Imagen 13. Determinación de humedad y materia seca



Imagen 12. Determinación de sólidos solubles (°Brix)

Anexo 35. Fotografía del análisis

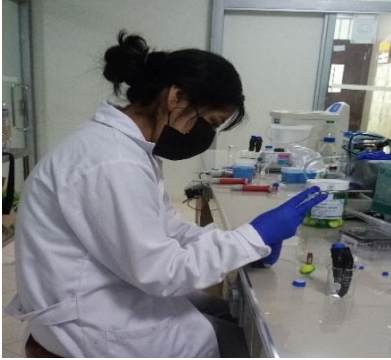


Imagen 16. Preparación de las muestras de Aá

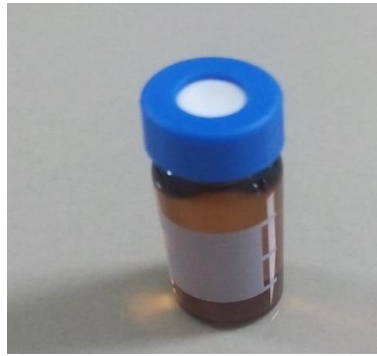


Imagen 15. Muestras para la cuantificación de Aá

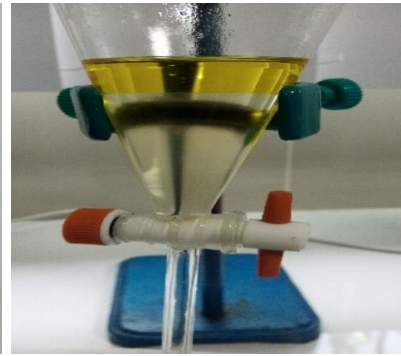


Imagen 14. Separación de fases de carotenoides totales

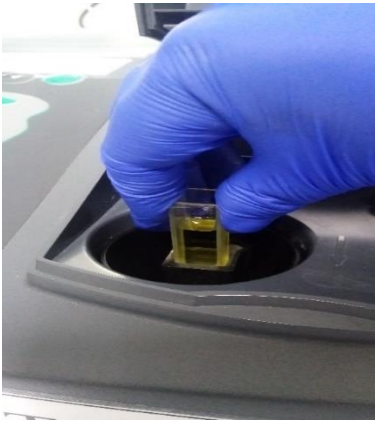


Imagen 19. Lectura de las muestras de carotenoides

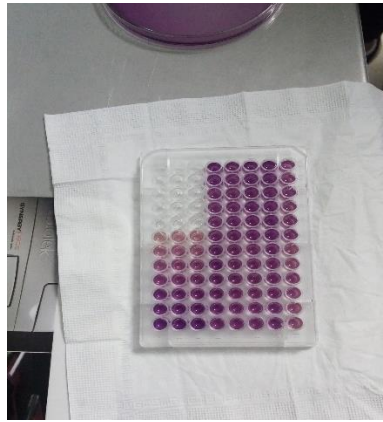


Imagen 18. Ubicación de la microplaca (DPPH)



Imagen 17. Ubicación de la microplaca (ORAC)



Imagen 20. Determinación de color (*IC)

Anexo 36. Matriz de consistencia

EFFECTO DE LA SACAROSA, MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACÍO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)

	Formulación De Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Método	Técnica	Instrumentos de medición
G	¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)?	Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	La sacarosa, maltodextrina y miel de abeja tienen efecto significativo por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de vitaminas, capacidad antioxidante y color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>).	sacarosa 70 °Brix miel de abeja 70 °Brix maltodextrina 70 °Brix	°Brix	Experimental	Refractometría	Refractómetro
E1	¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de ácido ascórbico del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)?	Determinar el efecto de la sacarosa maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención del ácido ascórbico del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	La sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío tienen efecto significativo en la retención de ácido ascórbico del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	Retención de ácido ascórbico	Ácido ascórbico (mg/ 100 g b.s)	Instrumental	Lectura	Espectrofotómetro
E2	¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)?	Determinar el efecto de la sacarosa maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de carotenoides totales del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	La sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío tienen efecto significativo en la retención de carotenoides totales del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	Retención de carotenoides totales	mg β -Caroteno/ 100 g b.s	Instrumental	Cromatografía	Cromatografía con detector de masa
E3	¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de capacidad antioxidante del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)?	Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de capacidad antioxidante del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	La sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío tienen efecto significativo en la retención de capacidad antioxidante del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	Retención de capacidad antioxidante	Capacidad antioxidante (μ mol Equiv,Trolox/ 100 g b.s)	Instrumental	Espectrofotómetro	Lector Multi-Modal de Microplacas Synergy H1
E4	¿Cuál es el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)?	Determinar el efecto de la sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío en la retención de color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	La sacarosa, maltodextrina y miel de abeja por osmodeshidratación con impregnación al vacío tienen efecto significativo en la retención de color del sachatomate (<i>Solanum betaceum Cav</i>)	Retención de color	*IC	Instrumental	Lectura	Colorímetro

CONSTANCIA DE TRADUCCIÓN
AL IDIOMA INGLÉS

Yo **ANTAY CCACCYA RIDHER REMIGIO** con DNI. 45638414 domiciliado en la Av. José Gálvez de la provincia de Andahuaylas con examen TOELF iBT con registro N° **000000030213688** confiero la constancia a la señorita **DANITZA QUINA MAMANI** con DNI. 70466146, traducción de resumen al idioma Inglés de tesis titulado: "EFECTO DE LA SACAROSA MALTODEXTRINA Y MIEL DE ABEJA POR OSMODESHIDRATACIÓN CON IMPREGNACIÓN AL VACIO EN LA RETENCIÓN DE VITAMINAS CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COLOR DEL SACHATOMATE (*Solanum betaceum Cav*)"

Se le expide la constancia, para los fines que estime conveniente.

Andahuaylas, 22 de Febrero del 2023

 **TOEFL iBT**
Ridher R. Antay Ccaccya

Ridher R. Antay Ccaccya
ESP. INGLÉS



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Pedagógica

Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y de Servicios Educativos en el Ámbito Rural

REGISTRO NACIONAL DE DOCENTES BILINGÜES DE LENGUAS ORIGINARIAS DEL PERÚ

Código de verificación DIGEIBIRA



0022517475362235613457



CONSTANCIA DE DOMINIO DE LENGUA ORIGINARIA

La Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y de Servicios Educativos en el Ámbito Rural (DIGEIBIRA), a través de la Dirección de Educación Intercultural Bilingüe (DEIB), por la presente, hace constar que el(la) docente:

DE LA CRUZ SAAVEDRA ELMER

Identificado(a) con DNI N° 70281566; ha participado del proceso de evaluación del nivel de dominio de lengua originaria, desarrollado en coordinación con la 030006-UGEL CHINCHEROS en el 2021, en el marco de la Resolución Ministerial N° 630-2013 MINEDU.

De los resultados de la evaluación realizada, se tiene que el/la referido/a docente ha sido incorporado/a en el REGISTRO NACIONAL DE DOCENTES BILINGÜES DE LENGUAS ORIGINARIAS DEL PERÚ, con el siguiente nivel de dominio:

Lengua originaria : QUECHUA SUREÑO

QUECHUA CHANKA Y QUECHUA COLLAO

Oral : AVANZADO

Escrito : AVANZADO

Esta constancia es válida hasta el 31 de agosto del 2024.

04 de octubre del 2021



NIRMA AMELIA ARELLANO NUEVO
Directora de Educación Intercultural Bilingüe

Importante: El presente documento quedará anulado automáticamente si, el/la docente titular, antes de concluir el periodo de validez (mes de agosto del 2024), se presenta a un nuevo proceso de evaluación de dominio de la lengua originaria; en cuyo caso, la respectiva Constancia reemplazará en todos sus extremos a ésta.

La falsificación, adulteración o modificación de esta constancia, en su totalidad o en parte, es un delito contra la fe pública, en la modalidad de falsificación de documentos, conforme lo establece el artículo 427° del Código Penal, por tal motivo cualquier instancia se encuentra facultada a interponer la denuncia respectiva ante el órgano judicial competente.

